

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta stavební**  
**Katedra dopravního stavitelství**

**Mikrosimulační model křižovatky Výškovická – Náкупní v Ostravě**

**Microsimulation model of intersection Vyskovicka – Nakupni in Ostrava**

**Student:**

**Bc. David Fibich**

**Vedoucí diplomové práce:**

**doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

**Ostrava 2019**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta stavební  
Katedra dopravního stavitelství

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. David Fibich**  
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby  
Specializace: 02 Dopravní inženýrství  
Téma: **Mikrosimulační model křižovatky Výškovická - Nákupní v Ostravě**  
**Micro Simulation Model of the Intersection Vyskovicka - Nakupni in Ostrava**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je navrhnout úpravy na křižovatce Výškovická - Nákupní v Ostravě (GSP 49°48'5.251"N, 18°13'59.195"E). Budou provedeny potřebné dopravní průzkumy intenzit a směřování dopravních i pěších proudů, konfliktních situací a analýza dopravní nehodovosti. Na základě provedených kapacitních či prognostických výpočtů a mikrosimulačních modelů vytvořených v programu PTV VISSIM bude zhodnocen současný stav a budou navrženy úpravy křižovatky za účelem zvýšení bezpečnosti provozu a kapacity samotné křižovatky. Dále bude s využitím základních statistických metod provedeno srovnání navržených úprav se současným stavem i navzájem. Součástí diplomové práce bude rovněž relevantní výkresová dokumentace. Na přiloženém CD/DVD budou videozáznamy z analýzy konfliktních situací a videosekvence modelu vytvořeného v PTV VISSIM.

### Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 73 6102 Projektování křižovek na pozemních komunikacích.  
ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací.

TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení pro řízení provozu na pozemních komunikacích.  
TP 188 Posuzování kapacity křižovek a úseků pozemních komunikací.  
TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích.  
TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy.

KŘÍVDA Vladislav, PETRŮ Jan, MAHDALOVÁ Ivana, ŽITNÍKOVÁ Kateřina. *Hodnocení stavebních prvků křižovek s využitím videoanalýzy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2016, 184 s. ISBN 978-80-248-3995-0

Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2019

Datum odevzdání: 29.11.2019



doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
*děkan fakulty*

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady včetně literatury.

V Ostravě ..... 22. 11. 2019 .....

.....

David Fibich

## Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě ..... 22. 11. 2019 .....

.....

David Fibich

## **Anotace**

FIBICH, David. Mikrosimulační model křižovatky Výškovická – Nákupní v Ostravě. Diplomová práce. VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební 2019. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Cílem diplomové práce „Mikrosimulační model křižovatky Výškovická – Nákupní v Ostravě“ je vytvořit mikrosimulační model křižovatky současného uspořádání křižovatky s úpravami, které povedou ke zlepšení bezpečnosti a plynulosti provozu na řešené křižovatce. Následně pro navržená řešení vytvořím modely, které porovnáám a statisticky vyhodnotím. Práce bude obsahovat řešenou část a její součástí budou potřebné výpočty k posouzení úrovně kvality dopravy pro výchozí intenzity a výhledové intenzity, dále vlastní analýzu, závěrečné návrhy a výběr nejvhodnějšího řešení.

## **Annotation**

FIBICH, David. Microsimulation model of the intersection Vyskovicka – Nakupni in Ostrava. Diploma thesis. VŠB – TU Ostrava, Faculty of Civil Engineerin 2019. Supervisor doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

The aim of the diploma thesis „Microsimulation model of the intersection Vyskovicka - Shopping in Ostrava“ is to create a microsimulation model of the intersection of the current intersection arrangement with modifications that will improve safety and fluency of traffic on the intersection. Then I create models for the proposed solutions, which I compare and statistically evaluate. The work will contain the solved part and it will include the necessary calculations to assess the level of transport quality for initial intensities and for prospective intensities, further analysis, final proposals and selection of the most appropriate solution.

## **Klíčová slova**

Křižovatka, Ostrava, Výškovická, Nákupní, dopravní průzkum, intenzita dopravy, nehodovost, bezpečnost dopravy, kapacitní posouzení, světelně řízená křižovatka, mikrosimulační model, program PTV VISSIM

## **Keywords**

Intersection, Ostrava, Vyskovicka, Nakupni, traffic survey, traffic intensity, accidents, traffic safety, capacity assessents, traffic lights intersection, microsimulation model, PTV VISSIM

# Obsah

Seznam použitého značení.....	1
Seznam zkratk.....	1
Seznam veličin.....	1
1. Úvod .....	3
2. Popis dopravní situace.....	4
2.1 Popis lokality a polohy křižovatky .....	4
2.2 Širší dopravní vztahy .....	6
2.3 Řešená křižovatka v územním plánu města .....	7
3. Dopravní analýza.....	7
3.1 Dopravně - inženýrský průzkum .....	7
3.2 Označení ramen křižovatky .....	8
3.3 Signální plán .....	13
3.4 Určení špičkové hodiny .....	14
3.5 Intenzita tramvajové dopravy .....	17
3.6 Intenzita autobusové dopravy .....	17
4. Nehodovost.....	18
5. Konfliktní situace .....	21
5.1 Pojem konfliktní situace .....	21
5.2 Členění konfliktních situací .....	22
5.3 Metoda sledování konfliktních situací.....	22
6. Intenzita dopravy .....	25
6.1 Roční průměr denních intenzit.....	25
7. Výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ – Původní stav .....	31
7.1 Zohlednění skladby dopravních proudů .....	31
7.2 Saturovaný tok vjezdu .....	34
7.3 Kapacita vjezdu .....	39
7.4 Střední doba zdržení .....	49
7.5 Délka fronty .....	51
7.6 Úroveň kvality dopravy .....	51
7.7 Závěr výpočtu .....	52
8. Prognóza intenzit dopravy.....	52
8.1 Výpočet kapacity světelně řízené křižovatky pro rok 2029.....	53
8.2 Závěr výpočtu .....	53

9. Návrhy úprav křižovatky .....	53
9.1 Varianta A – Prodloužení cyklu signálního plánu .....	54
9.2 Varianta B – se stavebními úpravami .....	55
10. Mikrosimulační model křižovatky (PTV VISSIM) .....	57
10.1 Postup vytvoření modelu .....	57
10.2 Současné uspořádání křižovatky- aktuální rok 2019 .....	58
10.2.1 Doba zdržení .....	58
10.2.2 Cestovní čas .....	59
10.2.3 Délka fronty .....	61
10.3 Současné uspořádání křižovatky- výhledový rok 2029 .....	62
10.3.1 Doba zdržení .....	62
10.3.2 Cestovní čas .....	63
10.3.3 Délka fronty .....	64
10.4 Varianta A.....	64
10.4.1 Doba zdržení .....	65
10.4.2 Cestovní čas .....	66
10.4.3 Délka fronty .....	67
10.5 Varianta B .....	67
10.5.1 Doba zdržení .....	68
10.5.2 Cestovní čas .....	69
10.5.3 Délka fronty .....	70
11. Zhodnocení variant.....	70
12. Závěr.....	71
Použitá literatura.....	73
Seznam obrázků.....	74
Seznam tabulek.....	74
Seznam grafů .....	76
Seznam příloh .....	77
Seznam výkresů.....	77



## Seznam použitého značení

### Seznam zkratek

A	autobusy
C	cyklisté
d. p.	dopravní proud
ČSN	česká státní norma
LV	lehká vozidla
M	motocykly
N	nákladní automobily
NS	nákladní soupravy a kloubové autobusy
O	osobní automobily
PK	pozemní komunikace
pvoz	přepočtené vozidlo
SV	součet vozidel
TP	technické podmínky
TV	těžká vozidla
ÚKD	úroveň kvality dopravy
voz	vozidlo

### Seznam veličin

av	stupeň vytížení [-]
R	relativní ukazatel nehodovosti [počet nehod/milion vozidel]
RPDI	roční průměr denních intenzit [voz/den]
$I_m$	intenzita dopravy daného druhu vozidla [voz/doba průzkumu]
$K_{m,d}$	přepočtový koeficient zohledňující denní variace intenzity dopravy [-]
$K_{m,t}$	přepočtový koeficient zohledňující týdenní variace intenzity dopravy [-]
$K_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient zohledňující roční variace intenzity dopravy [-]
$I_d$	intenzita dopravy dne průzkumu [voz./den]
$k_{m,d}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-]
$k_{d,t}$	přepočtový koeficient denních intenzit dopravy na týdenní průměr denních intenzit dopravy dne průzkumu [-]
$k_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient týdenního průměru denní intenzity dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy [-]
$S_i$	saturovaný tok řadícího pruhu [pvoz/h]
$S_g$	základní saturovaný tok [pvoz/h]
$k_{skl}$	koeficient podélného sklonu [-]
$k_{obl}$	koeficient oblouku [-]
$a_{skl}$	podélný sklon vjezdu [%]
$R_i$	poloměr oblouku pro odbočení [m]
f	podíl vozidel odbočujících z jízdního pruhu [-]
$C_s$	kapacita na stopčáře [pvoz/h]
$S_v$	saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]
$z'$	doba efektivní zelené [s]
$t_c$	doba cyklu [s]
$C_L$	kapacita levého odbočení ovlivněné protisměrem [pvoz/h]
$C_{L1}$	dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h]

CL <sub>2</sub>	dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fáze [pvoz/h]
CL <sub>3</sub>	dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h]
I	intenzita dopravního proudu [pvoz/h]
I <sub>p</sub>	intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h]
S <sub>p</sub>	saturovaný tok protisměru [pvoz/h]
Z <sub>p</sub>	doba zeleného signálu v protisměru [s]
Z <sub>o</sub>	doba části zeleného signálu neovlivněná protisměrem [s]
t <sub>B</sub>	časový odstup odbočujících vozidel [s/pvoz]
P	střední počet chodců za cyklus [ch/c]
I <sub>ped</sub>	intenzita přecházejících chodců [ch/h]
t <sub>ped</sub>	vyklizovací doba chodců na přechodu [s]
V <sub>ped</sub>	rychlost vyklizení přechodu pro chodce [m/s]
L <sub>ped</sub>	délka přechodu pro chodce [m]
t <sub>o</sub>	doba obsazenosti přechodu chodci [s]
Z <sub>ped</sub>	doba zelené pro chodce [s]
Z' <sub>RED</sub>	doba efektivní zelené redukována vlivem chodců [s]
N <sub>a</sub>	počet míst pro vozidla mezi stopčarou a přechodem pro chodce [pvoz]
N <sub>b</sub>	počet míst pro odbočující vozidla, která mohou zastavit před přechodem a zároveň neomezují přímý směr [pvoz]
t <sub>vor</sub>	časový předstih chodecké zelené před vozidlovou zelenou [s]
C <sub>P</sub>	kapacita průjezdu křižovatkou ovlivněná pohybem chodců [pvoz/h]
t <sub>bl</sub>	doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců [s]
t <sub>w</sub>	střední doba zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky [s]
I <sub>v</sub>	intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]
L <sub>F</sub>	střední délka fronty na začátku zeleného signálu [m]
N <sub>GE</sub>	střední počet vozidel ve frontě na konci zeleného signálu (tzv. zbytková fronta) [pvoz]
N <sub>iR</sub>	střední počet příjezdů během červené [pvoz]
av	stupeň vytížení [-]

# 1. Úvod

Dnešní rychlý vývoj automobilizace má za potřebu zvyšovat kapacity, zlepšovat úroveň kvality dopravy a zvyšovat bezpečnost na komunikacích. Při snaze tyto faktory pozitivně ovlivnit a přizpůsobit ke zvýšení automobilizace, můžeme využít různé varianty změny organizace a řízení komunikací.

V diplomové práci se budu zabývat dříve popsány faktory, kdy jako hlavní důvod, kvůli kterému jsem si vybral křižovatku Výškovická – Nákupní jsou nebezpečné situace při zeleném signálu pro vedlejší pozemní komunikace, kdy řidiči musí dávat přednost protijedoucím vozidlům a tím zůstávají déle v křižovatkovém prostoru. Jako další problém je přednost chodců na hlavní pozemní komunikaci a následné stání vozidel na tramvajovém pásu. Při navrhování úprav jsem používal program PTV VISSIM, v kterém jsem modeloval křižovatku. Výhoda modelu spočívá v tom, že mohu měnit různé parametry bez zásahu do provozu na pozemní komunikaci.

V prvních kapitolách se věnuji popisu, umístění křižovatky, stávajícímu stavu, analyzování intenzit dopravy, které jsem získal ze sčítání dopravy od firmy OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s., výpočtu špičkové hodiny a zpracování dat, přičemž zohledňuji skladbu dopravního proudu.

Kapacitu jednotlivých vjezdů řeším v dalších kapitolách, v kterých беру intenzitu vozidel při současném stavu a pro výhledový rok 2029. Po vypočítání kapacity vjezdů jsem určil úroveň kvality dopravy na jednotlivých vjezdech. Po vyhodnocení údajů bylo potřebné navrhnout řešení, která by zlepšily úroveň kvality dopravy.

Vytvořil jsem celkem dva návrhy, kdy v prvním návrhu se zabývám změnou signálního plánu a druhý návrh je změna signálního plánu se stavebními úpravami, včetně přidání jízdního pruhu na vedlejší pozemní komunikaci. K obou návrhům jsem vytvořil mikrosimulační model v programu PTV VISSIM s hodinovou simulací. Data získaná z mikrosimulačního modelu zpracuji v programu Microsoft Excel a následně vytvořím přehledné tabulky a grafy. Pro všechny návrhy zkoumám cestovní čas vozidel, dobu zdržení a délky front na vjezdech.

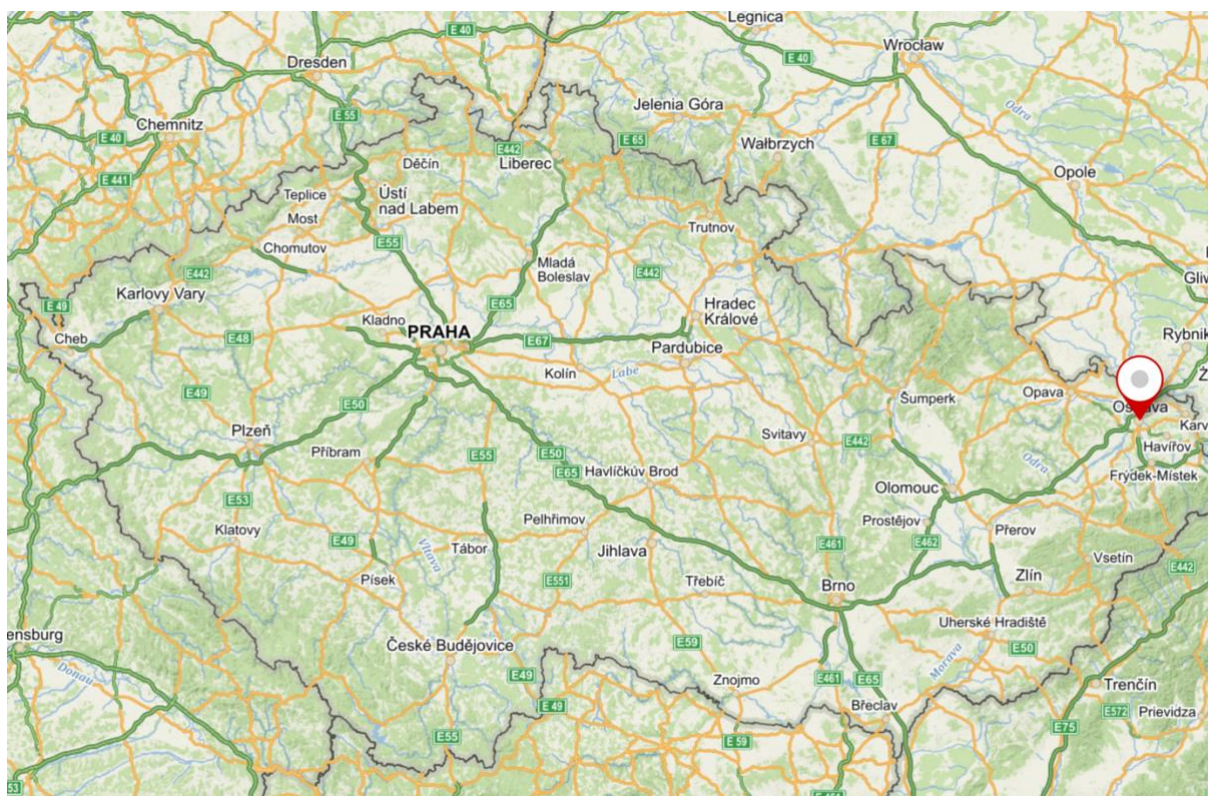
V posledních kapitolách se věnuji porovnání vyhodnocených informací pro navržené varianty řešení, stejně jako při současném uspořádání křižovatky. Navrhovaná řešení jsem aplikoval v modelu a zatížil je intenzitou pro výhledový rok 2029.

## 2. Popis dopravní situace

### 2.1 Popis lokality a polohy křižovatky

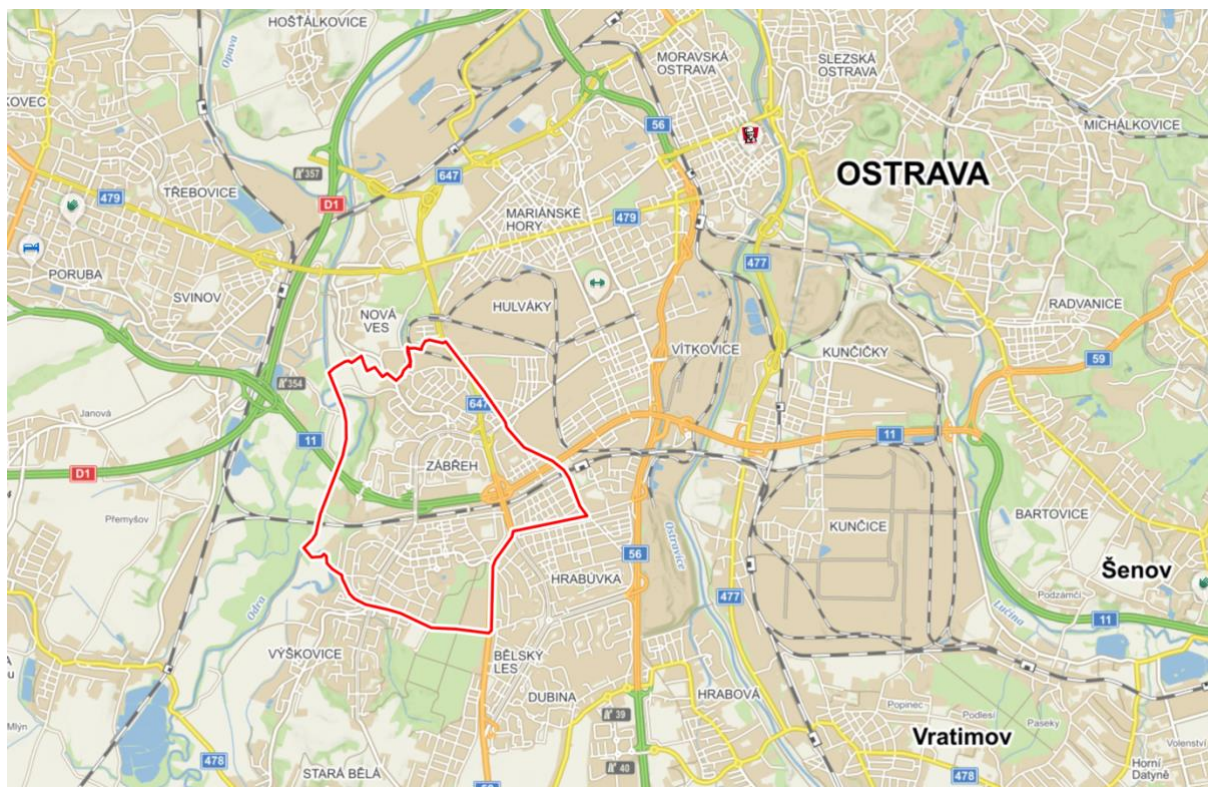
Řešená křižovatka Výškovická – Nákupní se nachází v městské části Ostrava Zábřeh, v okrese Ostrava, v Moravskoslezském kraji. Statutární město Ostrava se nachází na katastrální ploše 214,23 km<sup>2</sup> a k datu 1.1. 2019 má 289 000 obyvatel, kdy se řadí mezi třetí nejlidnatější město v České republice. Nachází se v severovýchodní části České republiky u hranic s Polskem, v Ostravské pánvi je soutok Odry, Opavy a Ostravice. Původně se jedná o 33 samostatných obcí, které se spojily v jeden celek.

Přes Ostravu vede důležité dopravní spojení z Prahy k polské hranici. Jedná se o Dálnici D1, jejíž úsek vedoucí městem byl otevřený v roce 2007. Cestování po městě je velmi snadné a díky rozvinuté městské hromadné dopravě, která je tvořena autobusy, tramvaji a trolejbusy [1].

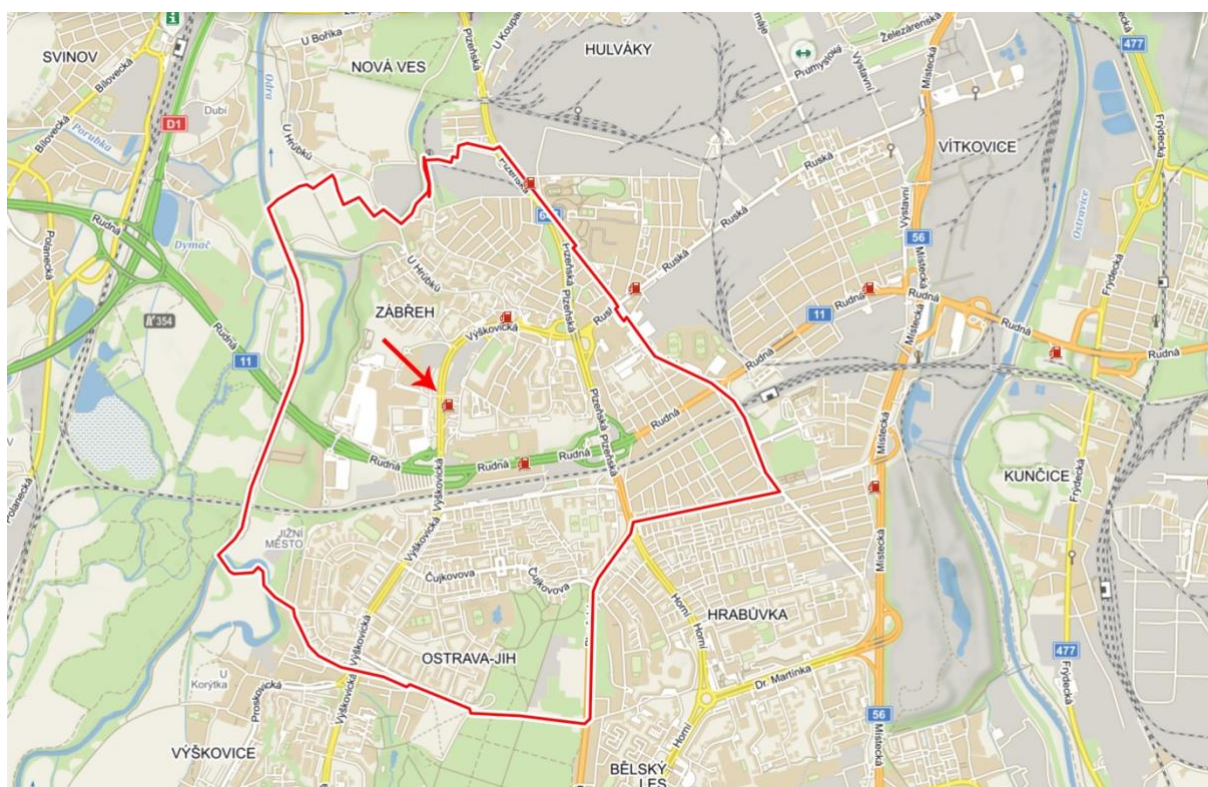


Obrázek 2.1.1 - Mapa širších vztahů [2]





Obrázek 2.1.2 - Mapa širších vztahů [2]



Obrázek 2.1.3 - poloha křižovatky v městské části Zábřeh [2]

Křižovatka Výškovická – Národní je průsečná, čtyřramenná křižovatka řízená světelně signalizačním zařízením, je umístěna v intervaláně města Ostrava- Zábřeh. Úhel křížení ramen je přibližně 85°. Ve svislém směru se nachází hlavní pozemní komunikace na ulici Výškovická,



po které je vedena tramvajová trať. V okolí křižovatky se nachází tramvajové a autobusové zastávky „Obchodní centrum“, obchodní centrum Avion Shopping Park Ostrava a čerpací stanice Armex oil, s.r.o. Jako další vjezd, vstupující do řešené křižovatky se nachází nad východním ramenem. Jedná se o komunikaci, která slouží k výjezdu přílehlého Hasičského záchranného sboru pro Moravskoslezský kraj. Vjezd nijak neovlivňuje křižovatku. V případě potřeby dispečer pozastaví kolizní směry, které mohou způsobit střet s hasičskými vozidly. Ve výpočtu nebude výjezd zohledněn.

## 2.2 Širší dopravní vztahy

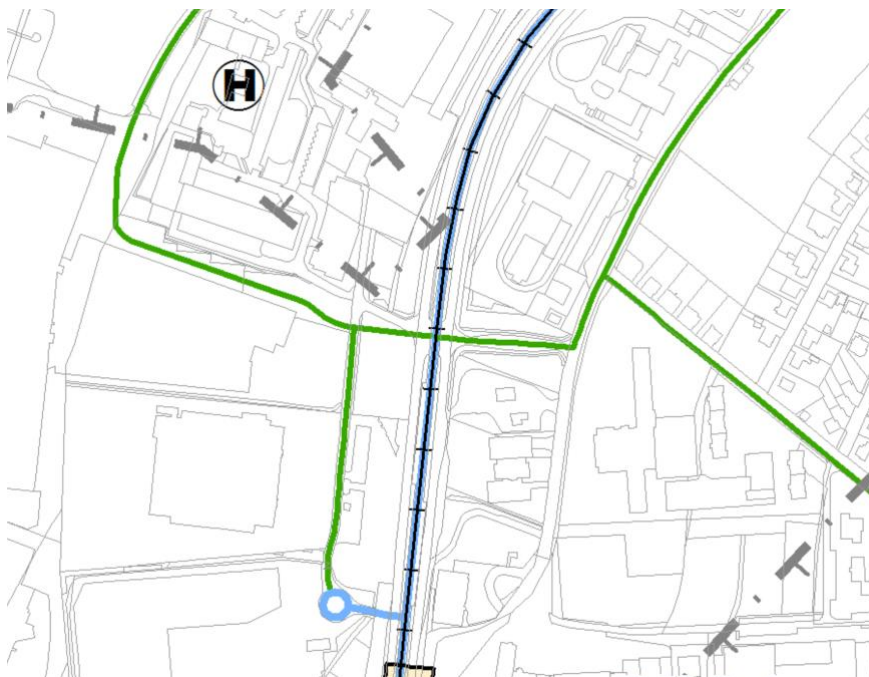
Křižovatka je tvořená silnicí třetí třídy číslo III/4787, která je jako hlavní pozemní komunikace sloužící k propojení jedoucích vozidel z Ostrava – Centrum do Ostrava – Výškovic. Vedlejší místní komunikace se nachází na ulici Nákupní, která na východním ramenu slouží jako příjezd k obchodnímu centru a na západním ramenu jako příjezd na přílehlé sídliště.



Obrázek 2.2.1 - Řešená křižovatka Výškovická - Nákupní [2]

## 2.3 Řešená křižovatka v územním plánu města

V územním plánu města Ostrava se na řešené křižovatce Výškovická – Nákupní neplánuje žádná přestavba a rekonstrukce ulice Výškovická v této části.



Obrázek 2.3.1- Řešená křižovatka v územním plánu města Ostrava [3]

## 3. Dopravní analýza

### 3.1 Dopravně - inženýrský průzkum

Dopravně inženýrský průzkum jsem rozdělil do dvou částí, kdy v první části jsou použité a vyhodnocené informace poskytnuté firmou OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE a.s.[4] V druhé části budu analyzovat data z mnou provedeného dopravního průzkumu ve formě videozáznamu, z kterého budu vyhodnocovat konfliktní situace na křižovatce.

Získané data od firmy OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE a.s. mi poskytla informace ze sčítání dopravy z roku 2018, kdy sčítání bylo provedeno dne 18.4. ve středu, v běžný pracovní den od 7:00 do 11:00 a následně odpoledne od 13:00 do 17:00 hodin, kdy jsem předpokládal největší dopravní intenzity. Při sčítání byly využity smyčky a sčítače. Průzkum mi byl poskytnut kvůli částečné uzavírce křižovatky pro automobilovou dopravu, z důvodu rekonstrukce mostovky na ulici Výškovická přes ulici Rudná. Uzavírka řešené křižovatky byla již v době zadání diplomové práce. Sčítání dopravy jsem přepočítal pomocí prognózy intenzit na aktuální rok 2019 dle TP 225 [5].

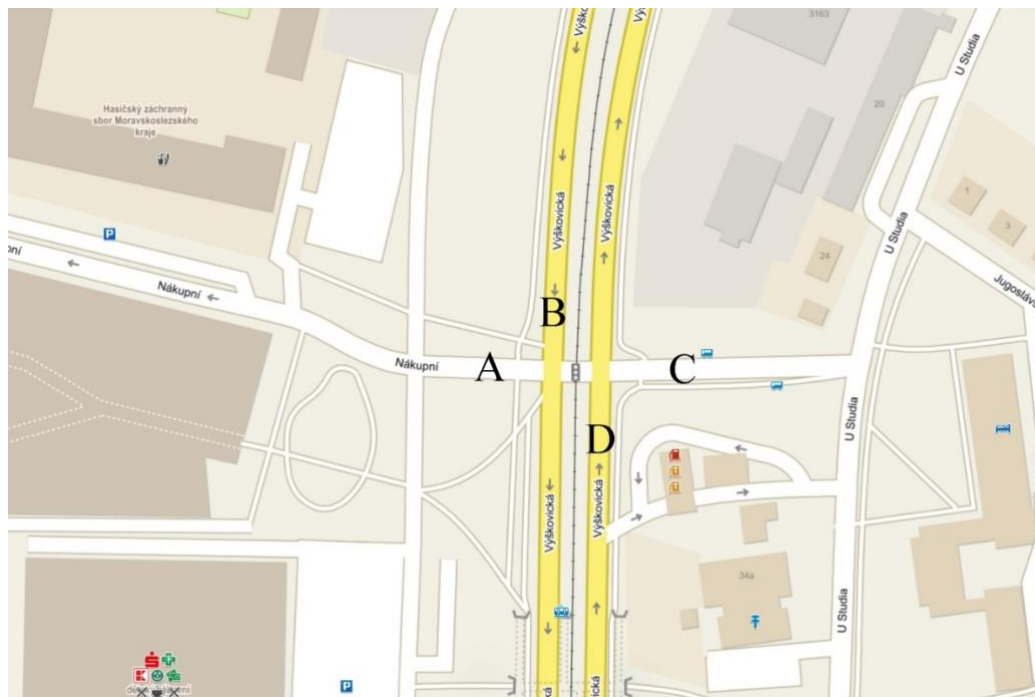
### 3.2 Označení ramen křižovatky

**Ramena křižovatky jsem označil písmeny A – D:**

Rameno A – Ulice Náкупní od Avion Shopping park Ostrava

Rameno B – Ulice Výškovická z Centra

Rameno C – Ulice Náкупní od sídliště



*Obrázek 3.2.1- Označení ramen křižovatky*

Z poskytnutých informací a v době průzkumu od 7:00 do 11:00 projelo křižovatkou celkem 5436 vozidel. V odpoledním měření od 13:00 do 17:00 hodin projelo celkem 6549 vozidel. Pro dobu špičkové hodiny jsem si vybral odpolední dopravní špičku od 13:00 do 17:00, kdy byly intenzity vyšší než v ranní dopravní špičce. Celý výpočet prognózy intenzity dopravy z výchozích hodnot je uveden v Příloze č. 1 - přepočet výchozích intenzit na rok 2019.



Tabulka 3.2.1 – Intenzita dopravy z ramene A

Čas	Rameno A						Celkem
	Vpravo		Přímo		Vlevo		
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
13:00-13:10	4	0	5	0	17	3	25
13:10-13:20	6	0	3	0	7	2	14
13:20-13:30	4	0	4	0	12	0	17
13:30-13:40	4	0	4	0	15	0	20
13:40-13:50	2	0	3	2	12	0	15
13:50-14:00	0	0	4	0	14	0	16
14:00-14:10	0	0	5	0	12	0	15
14:10-14:20	4	0	5	0	16	2	23
14:20-14:30	4	2	5	0	16	0	23
14:30-14:40	4	0	4	0	14	0	19
14:40-14:50	6	2	4	0	10	0	18
14:50-15:00	4	0	5	2	17	3	26
15:00-15:10	7	3	6	0	20	0	32
15:10-15:20	8	2	6	0	21	2	34
15:20-15:30	5	0	4	2	17	3	26
15:30-15:40	4	2	5	0	18	0	25
15:40-15:50	3	2	5	0	15	2	22
15:50-16:00	4	0	5	0	16	0	22
16:00-16:10	3	0	4	0	13	0	17
16:10-16:20	3	0	5	0	17	0	22
16:20-16:30	5	2	5	0	15	2	24
16:30-16:40	3	0	4	2	18	2	24
16:40-16:50	5	0	5	0	16	0	23
16:50-17:00	4	0	5	0	16	0	22
Celkem	96	15	110	8	364	21	614

Tabulka 3.2.2 – Intenzita dopravy z ramene B

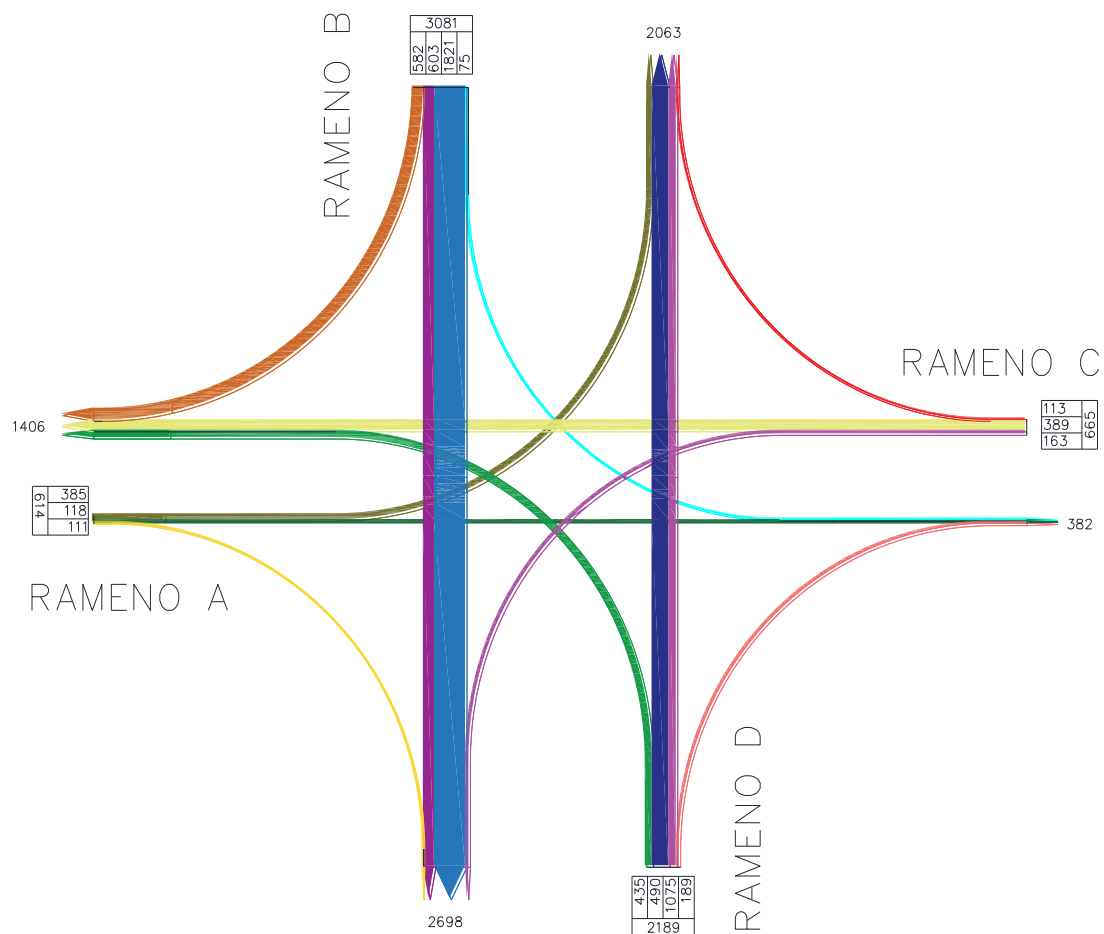
Čas	Rameno B								Celkem
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.		
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
13:00-13:10	15	2	10	0	56	4	2	2	102
13:10-13:20	15	0	13	2	50	3	3	0	100
13:20-13:30	14	0	11	2	50	4	2	0	94
13:30-13:40	16	2	12	2	56	4	3	0	104
13:40-13:50	14	0	10	0	51	3	3	0	93
13:50-14:00	14	0	10	2	48	2	3	0	95
14:00-14:10	18	0	20	0	56	4	2	0	119
14:10-14:20	26	2	26	0	78	5	2	0	156
14:20-14:30	28	2	27	2	89	3	3	0	170
14:30-14:40	23	2	20	0	77	4	2	0	143
14:40-14:50	26	2	21	2	78	3	3	2	152
14:50-15:00	34	1	45	1	99	5	3	1	206
15:00-15:10	29	0	33	1	72	4	3	0	160
15:10-15:20	30	1	39	1	84	4	3	0	178
15:20-15:30	29	1	31	0	88	4	4	0	174
15:30-15:40	22	0	21	0	70	4	3	0	138
15:40-15:50	33	1	44	2	95	5	3	0	200
15:50-16:00	30	0	35	2	91	0	5	0	189
16:00-16:10	23	0	22	0	69	2	2	0	141
16:10-16:20	27	2	28	0	87	0	3	0	166
16:20-16:30	23	0	22	2	78	2	2	0	147
16:30-16:40	25	0	35	0	70	2	3	0	154
16:40-16:50	28	2	28	2	87	2	3	2	171
16:50-17:00	20	0	15	2	67	2	3	0	128
Celkem	562	20	578	25	1746	75	68	7	3081

*Tabulka 3.2.3 – Intenzita dopravy z ramene C*

Čas	Rameno C						Celkem
	Vlevo		Přímo		Vpravo		
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
13:00-13:10	5	2	14	0	3	0	28
13:10-13:20	5	2	13	0	3	2	35
13:20-13:30	5	2	15	0	3	2	30
13:30-13:40	5	0	13	2	4	0	38
13:40-13:50	5	0	14	0	3	0	34
13:50-14:00	7	2	14	2	4	2	40
14:00-14:10	4	3	15	0	5	2	34
14:10-14:20	5	2	17	2	3	2	33
14:20-14:30	4	2	18	0	4	0	39
14:30-14:40	5	0	16	0	5	2	36
14:40-14:50	7	0	18	2	5	0	29
14:50-15:00	2	3	19	0	5	0	31
15:00-15:10	10	0	17	0	4	0	54
15:10-15:20	8	3	19	0	5	0	50
15:20-15:30	2	0	20	0	7	0	42
15:30-15:40	6	3	17	0	3	0	48
15:40-15:50	6	0	16	0	5	0	47
15:50-16:00	7	2	17	0	4	0	43
16:00-16:10	5	2	15	2	5	2	53
16:10-16:20	7	0	13	0	3	0	44
16:20-16:30	8	0	14	0	4	2	38
16:30-16:40	5	0	16	2	0	0	24
16:40-16:50	7	0	13	0	5	0	30
16:50-17:00	5	0	12	2	3	2	38
Celkem	135	28	375	14	95	18	665

Tabulka 3.2.4 – Intenzita dopravy z ramene D

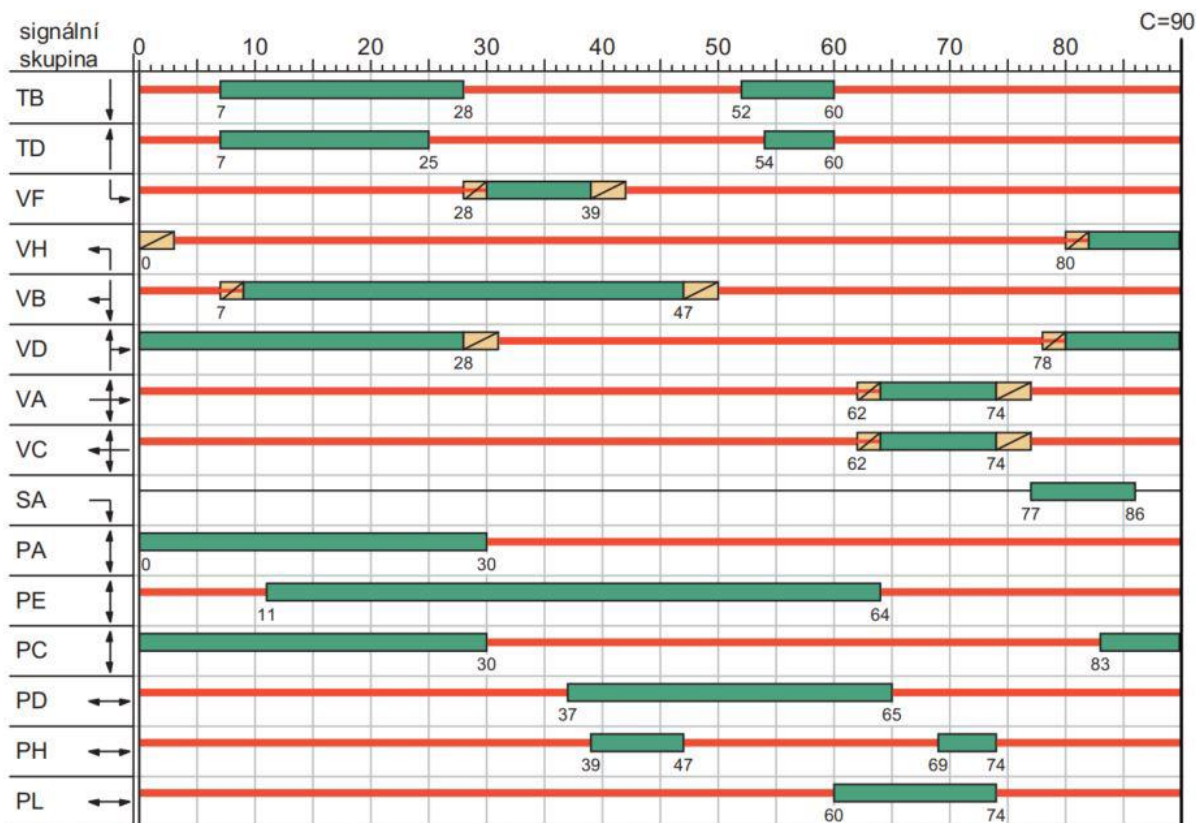
Čas	Rameno D								Celkem
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.		
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
13:00-13:10	6	2	33	3	19	2	13	2	80
13:10-13:20	6	2	36	3	24	2	8	0	81
13:20-13:30	6	2	34	3	22	2	12	2	83
13:30-13:40	8	0	40	4	20	2	11	2	87
13:40-13:50	6	0	38	4	17	2	8	0	75
13:50-14:00	8	0	36	3	23	3	20	2	95
14:00-14:10	7	0	35	3	12	0	16	2	75
14:10-14:20	6	2	43	4	17	2	12	2	88
14:20-14:30	6	2	36	4	16	3	11	1	79
14:30-14:40	5	1	35	2	13	2	16	2	76
14:40-14:50	6	2	45	3	14	2	20	3	95
14:50-15:00	9	0	50	4	17	2	28	3	113
15:00-15:10	6	3	40	4	14	0	22	3	92
15:10-15:20	7	2	45	4	17	2	17	2	96
15:20-15:30	8	3	45	5	24	2	14	2	103
15:30-15:40	9	2	44	4	28	3	19	3	112
15:40-15:50	8	2	51	4	19	2	22	3	111
15:50-16:00	7	2	46	4	22	3	19	2	105
16:00-16:10	6	1	45	4	24	2	18	3	103
16:10-16:20	4	1	42	3	21	2	20	2	95
16:20-16:30	6	1	46	2	19	1	18	1	94
16:30-16:40	5	2	44	3	15	2	16	2	89
16:40-16:50	4	3	42	4	17	1	15	1	87
16:50-17:00	3	2	41	2	12	0	15	0	75
Celkem	152	37	992	83	446	44	390	45	2189



Obrázek-3.2.2 Pentlogram celkové intenzity v čase od 13:00 do 17:00 [voz/4h]

### 3.3 Signální plán

Řešená křižovatka je řešena dynamickým signálním plánem, který má délku cyklu 90 sekund. Jako první mají zelenou ramena B a D, společně s tramvají na ulici Výškovická. Po skončení zelené následují ramena A a C, které jsou vzájemně ovlivněny protisměrem a předností chodců na rameni D. [4]



Obrázek Error! Use the Home tab to apply 0 to the text that you want to appear here..1- Původní signální plán [4]

### 3.4 Určení špičkové hodiny

Špičková hodina je nejvyšší hodinová intenzita dopravy. Špičkovou hodinu jsem určil pomocí tabulky 3.2.1 až 3.2.4, v kterých je celkový počet vozidel projíždějící křižovatkou v době odpoledního průzkumu [voz/hod] a hodinové intenzity po 10ti minutových intervalech od 13:00 do 17:00.

Pokud jsou získané údaje z dopravního průzkumu v běžný pracovní den ve špičkovém období, potom se odhad intenzity dopravy určí jako maximální intenzitu dopravy za dobu průzkumu dle vzorce (1).

$$I_{sh} = \max\{I_h\} \quad (1)$$

Kde:

$I_{sh}$  ... je intenzita dopravy špičkové hodiny v běžný pracovní den [voz/h]

$I_h$  hodinová intenzita dopravy v době průzkumu [voz/h].

Tabulka 3.4.1 – Odhad špičkové hodiny

Intervaly měření	Hodinová intenzita dopravy [voz/h]
13:00-14:00	1296
13:10-14:10	1293
13:20-14:20	1368
13:30-14:30	1443
13:40-14:40	1468
13:50-14:50	1557
14:00-15:00	1696
14:10-15:10	1776
14:20-15:20	1823
14:30-15:30	1855
14:40-15:40	1891
14:50-15:50	1953
15:00-16:00	1914
15:10-16:10	1885
15:20-16:20	1843
15:30-16:30	1803
15:40-16:40	1789
15:50-16:50	1733
16:00-17:00	1643

Z tabulky 3.4.1 jsem určil špičkovou hodinu v čase od 14:50 až 15:50, kdy křižovatkou projelo 1953 vozidel.

Tabulka 3.4.2 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramene A [voz/h]

Čas	Rameno A						
	Vpravo		Přímo		Vlevo		Celkem
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
14:50-15:00	4	0	5	2	17	3	31
15:00-15:10	7	3	6	0	20	0	36
15:10-15:20	8	2	6	0	21	2	39
15:20-15:30	5	0	4	2	17	3	31
15:30-15:40	4	2	5	0	18	0	29
15:40-15:50	3	2	5	0	15	2	27
Celkem	31	9	31	4	108	10	193

Tabulka 3.4.3 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramene B [voz/h]

Čas	Rameno B								Celkem
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.		
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
14:50-15:00	34	1	45	1	99	5	3	1	189
15:00-15:10	29	0	33	1	72	4	3	0	142
15:10-15:20	30	1	39	1	84	4	3	0	162
15:20-15:30	29	1	31	0	88	4	4	0	157
15:30-15:40	22	0	21	0	70	4	3	0	120
15:40-15:50	33	1	44	2	95	5	3	0	183
Celkem	177	4	213	5	508	26	19	1	953

Tabulka 3.4.4 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramene C [voz/h]

Čas	Rameno C						Celkem
	Vlevo		Přímo		Vpravo		
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
14:50-15:00	2	3	19	0	5	0	29
15:00-15:10	10	1	17	0	4	0	32
15:10-15:20	8	3	19	0	5	0	35
15:20-15:30	2	1	20	0	7	0	30
15:30-15:40	6	3	17	0	3	0	29
15:40-15:50	6	1	16	0	5	0	28
Celkem	34	12	108	0	29	0	183

Tabulka 3.4.5 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramene D [voz/h]

Čas	Rameno D								Celkem
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.		
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
14:50-15:00	9	0	50	4	17	2	28	3	113
15:00-15:10	6	3	40	4	14	0	22	3	92
15:10-15:20	7	2	45	4	17	2	17	2	96
15:20-15:30	8	3	45	5	24	2	14	2	103
15:30-15:40	9	2	44	4	28	3	19	3	112
15:40-15:50	8	2	51	4	19	2	22	3	111
Celkem	47	12	275	25	119	11	122	16	627



### 3.5 Intenzita tramvajové dopravy

Dle jízdního řádu na webové doméně [www.idos.cz](http://www.idos.cz) [6] jsem zjistil intenzity tramvajové dopravy přilehlých tramvajových stanic, následně jsem vytvořil tabulku zobrazující intenzity tramvajové dopravy ve špičkové hodině [voz/h].

Tabulka 3.5.1 – Intenzita tramvajové dopravy ve špičkové hodině [voz/h]

Čas	Tramvaje	
	Z Centra	Z Výškovic
14:50-15:00	1	2
15:00-15:10	2	2
15:10-15:20	2	2
15:20-15:30	2	2
15:30-15:40	2	2
15:40-15:50	2	2
Celkem	11	12

### 3.6 Intenzita autobusové dopravy

Stejně jako u intenzity tramvajové dopravy jsem na webové doméně [www.idos.cz](http://www.idos.cz) [7] zjistil intenzity autobusové dopravy přilehlých autobusových stanic, následně jsem vytvořil tabulku zobrazující intenzity autobusové dopravy linky 48 ve špičkové hodině [voz/h].

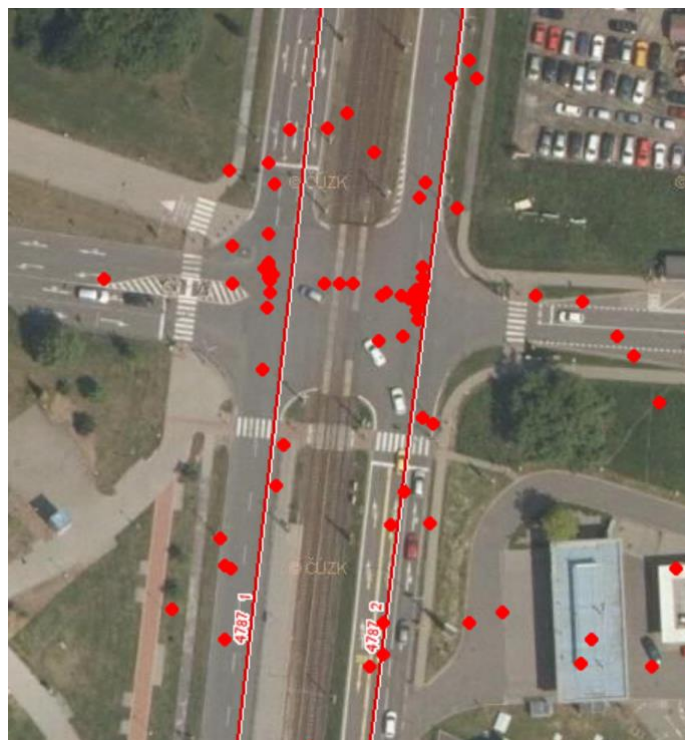
Tabulka 3.6.1 – Intenzita autobusové dopravy ve špičkové hodině [voz/h]

Čas	Linka 48	
	Z Centra	Z Výškovic
14:50-15:00	1	0
15:00-15:10	0	1
15:10-15:20	1	0
15:20-15:30	0	1
15:30-15:40	1	0
15:40-15:50	0	1
Celkem	3	3

## 4. Nehodovost

Nehodovost představuje jeden z přímých nežádoucích efektů silniční dopravy. Jako podklad pro analýzu dopravních nehod byly použity záznamy geografického informačního systému Ministerstva dopravy s názvem Jednotná dopravní vektorová mapa, z internetového serveru [www.jdvm.cz](http://www.jdvm.cz).

Zdrojem záznamů uvedených na [www.jdvm.cz](http://www.jdvm.cz) je Policie ČR, která uvádí záznam o dopravních nehodách od 1.1. 2007 do 28.10. 2019 [7]. Na řešené křižovatce bylo od této doby zaznamenáno celkem 75 dopravních nehod. Většina zaznamenaných dopravních nehod vznikla v roce 2007 a 2008. vzhledem k tomu že 1.1. 2009 vyšla v platnost novela zákona o dopravních nehodách, kdy je řidič povinný hlásit dopravní nehodu Policii ČR, když hmotná škoda přesáhne 100 000,-Kč. Počet dopravních nehod se nesnížil, ale snížil se počet hlášených dopravních nehod [8].

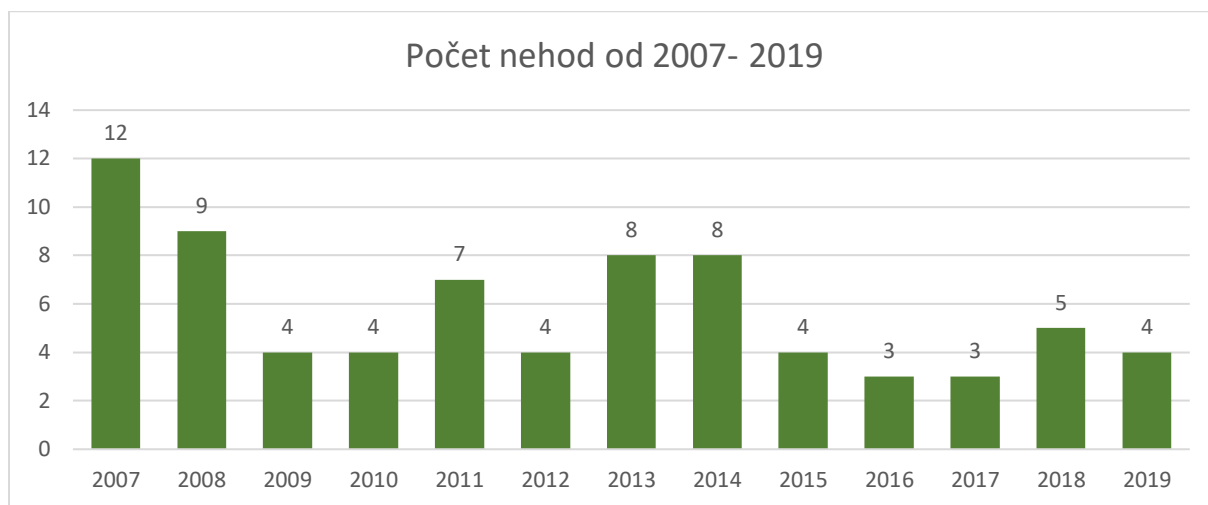


Obrázek 4.1.1- Poloha dopravních nehod na křižovatce [7]

V řešeném místě bylo od 1.1.2007 zaznamenaných 75 dopravních nehod. Dopravní nehody jsem zaznamenával v okolí 40 m od středu křižovatky. Nejčastější příčinou dopravních nehod byla srážka s nekolejovým vozidlem, celkem 58 dopravních nehod. Jako druhý nejčastější případ byla srážka s chodcem v 6 případech. Na křižovatce se dle serveru [www.jdvm.cz](http://www.jdvm.cz) nestalo žádné smrtelné zranění. Od roku 2007 byla pouze 1 nehoda, kdy účastník byl těžce zraněn. Dále bylo zaznamenáno 17 nehod, kdy účastníci provozu byli lehce zranění a

4 případy nehody pod vlivem alkoholu. Počet hlášených dopravních nehod od roku 2008 klesal v průměru na 4 nehody ročně. Pouze v letech 2011, 2013 a 2018 se počet nehod zdvojnásobil.

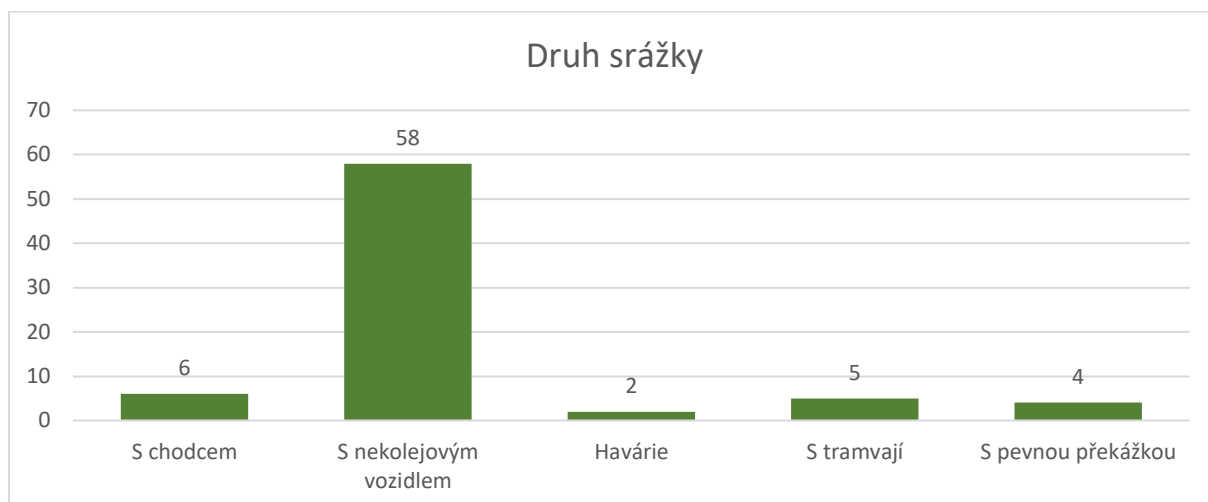
Graf 4.1.1 – Počet nehod v letech 2007 - 2019



Graf 4.1.2 – Vážnost zranění



Graf 4.1.3 – Druh srážky



K intenzitám a počtu nehod na řešené křižovatce jsem vypočetl ukazatel relativní nehodovosti, který znázorňuje pravděpodobnost vzniku dopravních nehod na milion vozidel a jeden rok.

Ukazatel relativní nehodovosti se vypočte dle vztahu:

$$R = \frac{N}{365 \cdot I \cdot t} \cdot 10^6 \quad (2)$$

Kde:

R – ukazatel relativních nehodovosti [počet nehod/milion vozidel a rok],

N – celkový počet dopravních nehod ve sledovaném období,

I – průměrná denní intenzita dopravy [voz/den],

t – sledované období [rok].

Výpočet relativní nehodovosti:

$$R = \frac{75}{365 \cdot 20295 \cdot 11,5} \cdot 10^6 = 0,88$$

Ukazatel relativní hodnoty je většinou v rozmezí 0,1 – 0,9, kdy vyšší hodnoty znamenají vyšší nedostatky v bezpečnosti provozu. Aktuální stav křižovatky v aktuální době může prokazovat nedostatky kvůli zvýšené hodnotě 0,88.

## 5. Konfliktní situace

### 5.1 Pojem konfliktní situace

Konfliktní situace je takový okamžik a situace v silniční dopravě, kdy vzniká nebo může vzniknout pro některé účastníky větší míra než obvyklá míra nebezpečí. Každé dopravní nehodě předchází konfliktní situace. Dopravní nehoda je v podstatě důsledkem konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu vozidla s okolím odvrátit. Konfliktní situace je tedy potenciálně nehodová situace. [9]

První zmínka týkající se sledování konfliktních situací je datuje do 60. let dvacátého století. Už v roce 1968 S.R. Perkins a J.J. Harris z General Motors vyvinuli metodu sledování konfliktních situací na křižovatkách. Provoz na pozemní komunikaci vizuálně pozorovali a záznam situací odehrávající se na vstupních ramenech křižovatky zaznamenávali. Také si značili situace, kdy došlo buď k prudkému zabrždění a rozsvícení brzdových světel, nebo k prudkému vybočení z jízdních pruhů jednoho účastníka konfliktu. Šlo o pozorování tzv. skoronehod, jsou situace, v které hrozí střet dvou účastníků provozu. V 70. letech 20. století se uvedeným postupem zabýval Bennet, Baker, Rustam, Hayward a Sabey.

Inspirovaný uvedenou metodiku vyvinul v roce 1972, vlastní metodiku sledování konfliktních situací doc. Ing. Jan Folprecht, Ph.D. tehdy pro Ústav dopravní a městské dopravy v Praze. Vytvořil tři stupně konfliktních situací: [10]

**-1. nejnižší stupeň-** situace, kdy jde o porušení platných pravidel silničního provozu jediným účastníkem dopravy, tj. bez přítomnosti jiných, které by taková akce mohla ohrozit,

**-2. stupeň-** se hodnotí situace, kdy lze pozorovat narušení plynulosti provozu, ale nikoliv násilnou reakci

**-3. nejvyšší stupeň** – jsou hodnoceny konfliktní situace, kdy pouze ostrá úhybná akce, tj. například prudké brždění nebo náhlé vybočení z aktuálního směru, zamezí vzniku dopravní nehody.

V dalších případech už dochází k dopravním nehodám, což je často označováno jako 4. stupeň závažnosti.

## 5.2 Členění konfliktních situací

V první řadě je nutno rozlišit, jestli ke konfliktní situaci došlo v souvislosti s provozem na dané křižovatce nebo byla ovlivněna dopravní situací v blízkosti sledované křižovatky. Podle příslušnosti k místu vzniku se konfliktní situace dělí dle:

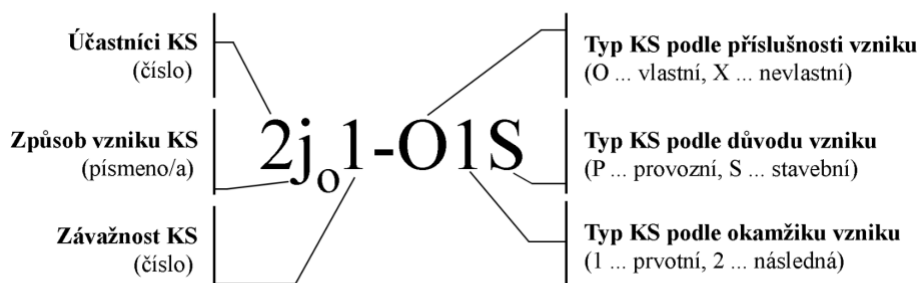
- Vlastní konfliktní situace – konfliktní situace, které jednoznačně souvisí s dopravou na křižovatce nebo sledovaným místem, se stavebním uspořádáním apod.,
- Nevlastní konfliktní situace – konfliktní situace, které jsou ovlivněné jinými situacemi, které vznikly mimo sledované místo a nesouvisí přímě s daným místem.

Dále se konfliktní situace dělá na:

- Prvotní konfliktní situace – konfliktní situace, které nejsou vyvolané jinou situací
  - Následné konfliktní situace – konfliktní situace, které jsou vyvolané jinou situací.
- Většinou se jedná o vyvolání prvotní nebo jinou následnou situací.

## 5.3 Metoda sledování konfliktních situací

Pozorované konfliktní situace začal doc. Folprecht zaznamenávat trojmístným klasifikačním symbolem, který se skládá z číslic a udává účastníky konfliktní situace, jako další jsou písmena, která udávají způsob vzniku konfliktní situace a jako poslední symbol je číslice udávající závažnost konfliktní situace [10]. Takto sestavený symbol popisuje účastníky konfliktu (Tabulka 5.3.1), způsob konfliktu a míru jeho závažnosti, (Folprecht, 1995; Folprecht a Křivda, 2006).



Obrázek 5.3.1 – inovovaný klasifikační symbol [10]

Tabulka 5.3.1 – Klasifikace podle účastníků konfliktu (1. znak) [10]

Kategorie	Znak
Chodec	1 ... ..
Automobil	2 ... ..
Tramvaj	3 ... ..
Chodec x automobil	4 ... ..
Chodec x tramvaj	5 ... ..
Automobil x automobil	6 ... ..
Automobil x tramvaj	7 ... ..
Tramvaj x tramvaj	8 ... ..
Jiné (cyklista apod.)	9 ... ..

Tabulka 5.3.2 – Klasifikace podle způsobu konfliktu (2. znak) [10]

Kategorie	Znak
Možnost střetu s příčně jedoucím	... A ...
Možnost střetu s protijedoucím	... B ...
Možnost střetu ve stykovém bodě	... C ...
Možnost střetu najetím zezadu	... D ...
Možnost střetu se souběžně jedoucím	... E ...
Možnost střetu vlivem parkovacích manévrů	... P ...
Možnost střetu vlivem otáčení	... O ...
Vjezd (vstup) na červenou	... č ...
Zavinil chodec	... ch ...
Zavinilo vozidlo	... v ...
Zavinil cyklista	... c ...
Agresivita	... a ...
Pasivita	... p ...
Vlivem zastavení před přechodem pro chodce	... s ...
Vlivem fronty na křižovatce	... f ...
Vlivem blízké křižovatky se SSZ	... x ...

Tabulka 5.3.3 – Klasifikace podle závažnosti konfliktu (3. znak) [10]

Kategorie	Kritérium	Znak
Potencionální konfliktní situace (bez reakce)	zvýšení plynulosti provozu nebo akce bez možných následků	... .. 1
Konfliktní situace (bez násilné reakce)	narušení provozu nebo bez reakce, ale s možnými následky	... .. 2
Konfliktní situace (ostrá reakce)	úhybná akce - prudké brzdění nebo náhlé vybočení	... .. 3
Dopravní nehoda	střet vozidel, s účastí chodce, havárie	... .. 4

Využití a přínos Folprechtovy video analýzy konfliktních situací je jednoznačný a s jeho pomocí se dá doprání situace analyzovat kolektivně v kanceláři dopravního inženýra opakovaně i zpomaleně. Za následek to má přesnější určení dopravní situace, díky eliminaci rušivých vlivů (prach, hluk, emise, vibrace, intenzita dopravy). Ze záznamu se dají zaznamenat a určit i další základní charakteristiky silniční dopravy v řešeném místě, tj. zejména intenzita a složení dopravních proudů. [10]

Z vytvořeného záznamu se určilo několik konfliktních situací, které většinou způsobily tvorbu kolon v křižovatce. Většina konfliktních situací byla způsobena kvůli vpuštění kolizních proudů do křižovatky. Dále se jednalo o tvorby kolon ve směrech, kdy měli chodci přednost a vozidla tak blokovala další směry. Určené konfliktní situace jsou analyzovány a řazeny do kategorií dle Organizace a řízení dopravy I., 1.vyd [10].

Tabulka 5.3.4 – Možné konfliktní situace

Konfliktní situace	Popis situace	Počet
5nX - O1P	Možnost střetu chodce a tramvaje z důvodu nedodržení přednosti v jízdě s neznámou mírou nebezpečí s vlastním zaviněním z provozních důvodů na křižovatce	2x
4nX - O1P	Možnost střetu chodce a automobilu z důvodu nedodržení přednosti v jízdě s neznámou mírou nebezpečí s vlastním zaviněním z provozních důvodů na křižovatce	19x
6nX - O1P	Možnost střetu dvou automobilů z důvodu nedodržení přednosti v jízdě s neznámou mírou nebezpečí s vlastním zaviněním z provozních důvodů na křižovatce	11x
<b>Poznámka:</b> X - závažnost není přesněji určena z důvodu možných konfliktních situací Počtem konfliktních situací se rozumí počtem míst, na kterých může dojít ke konfliktní situaci		



## 6. Intenzita dopravy

### 6.1 Roční průměr denních intenzit

K určení odhadu ročního průměru denních intenzit se vyhotovuje přepočtem intenzity dopravy, kterou jsem získal v době provádění průzkumu a dále přepočtem na koeficienty. Které zohledňují denní, týdenní a roční variace dopravy. Přepočtové koeficienty jsou určeny dle druhu vozidla a charakteristického provozu na komunikaci. [11]

**Výpočet jsem prováděl zvlášť podle druhu vozidla v těchto krocích:**

- Stanovení odhadu denní intenzity v den průzkumu – zohlednění denních variací – přepočet intenzity získané za dobu průzkumu na hodnotu denní intenzity v den průzkumu.
- Stanovení odhadu týdenního průměru denních intenzit – zohlednění týdenních variací – přepočet denních variací v den průzkumu na týdenní průměr denních intenzit.
- Stanovení odhadu ročního průměru denních intenzit – přepočet týdenního průměru denních intenzit na roční průměr denních intenzit (RPDI). [11]

### Roční průměr denních intenzit dopravy

Dle metodiky výpočtu uvedenou v TP 189 jsem vypracoval stanovení ročního průměru denních intenzit. Určení RPDI z výsledků získaných v den průzkumu se hodnoty přepočítají na skupiny vozidel a následně podle vzorce v TP 189 na denní, týdenní a roční intenzity.

$$RPDI_X = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI}$$

$I_m$  ... intenzita dopravy daného druhu vozidla [voz/doba průzkumu]

$K_{m,d}$  ... přepočtový koeficient zohledňující denní variace intenzity dopravy [–]

$K_{d,t}$  ... přepočtový koeficient zohledňující týdenní variace intenzity dopravy [–]

$K_{t,RPDI}$  ... přepočtový koeficient zohledňující roční variace intenzity dopravy [–]

## Denní intenzita dopravy

Denní intenzitu dopravy v den průzkumu jsem určoval podle vztahu uvedeného v TP 189 [11].

$$I_d = I_m \cdot K_{m,d}$$

Kde:

$I_d$  ... denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz./den]

$I_m$  ... intenzita dopravy za dobu průzkumu [voz./doba průzkumu]

$k_{m,d}$  ... přepočtový koeficient intenzity dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu (zohlednění denních variací intenzit dopravy [–])

Koeficient  $k_{m,d}$  je určen v závislosti na druhu vozidla, charakteru provozu na komunikaci a období roku.

Hodnotu přepočtového koeficientu  $k_{m,d}$  pro libovolně zvolenou dobu průzkumu vypočtu dle vztahu:

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum p_i^d}$$

Kde:

$\sum p_i^d$  ... je součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%].

Tabulka 6.1.1 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu rameno A

14:50 - 15:50	Rameno A					
	Vlevo		Přímo		Vpravo	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
$I_m$	31	9	31	4	108	10
$p_{id}$	8,338	6,440	8,338	6,440	8,338	6,440
$k_{m,d}$	11,993	15,528	11,993	15,528	11,993	15,528
$I_d$	372	140	372	62	1295	155
Celkem	2396					

Tabulka 6.1.2 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu rameno B

14:50 - 15:50	Rameno B							
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
Im	177	4	213	5	508	26	19	1
pid	8,469	6,540	8,469	6,540	8,469	6,540	8,469	6,540
km,d	11,808	15,291	11,808	15,291	11,808	15,291	11,808	15,291
Id	2090	61	2515	76	5998	398	224	15
Celkem	11378							

Tabulka 6.1.3 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu rameno C

14:50 - 15:50	Rameno C					
	Vlevo		Přímo		Vpravo	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
Im	34	12	108	0	29	0
pid	8,338	6,440	8,338	6,440	8,338	6,440
km,d	11,993	15,528	11,993	15,528	11,993	15,528
Id	408	186	1295	0	348	0
Celkem	2237					

Tabulka 6.1.4 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu rameno D

14:50 - 15:50	Rameno D							
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
Im	47	12	275	25	119	11	122	16
pid	8,469	6,540	8,469	6,540	8,469	6,540	8,469	6,540
km,d	11,808	15,291	6,540	15,291	11,808	15,291	11,808	15,291
Id	555	183	1799	382	1405	168	1441	245
Celkem	6178							

### Týdenní průměr denních intenzit

Týdenní průměr denních intenzit jsem určoval podle vztahu uvedeného v TP 189 [11].

$$I_t = I_d \cdot K_{d,t}$$

Kde:

$I_t$  ... týdenní průměr denních intenzit [voz./den],

$I_d$  ... denní intenzita dopravy [voz./den],

$k_{d,t}$  ... přepočtový koeficient denních intenzit dopravy na týdenní průměr denních intenzit dopravy dne průzkumu [–].

Koeficient  $k_{d,t}$  je určen v závislosti na druhu vozidla, charakteru provozu na komunikaci a období roku.

Hodnoty přepočtových koeficientů  $k_{d,t}$  se vypočítají pomocí vztahu:

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^t}$$

Kde:

$p_i^t$  ... je podíl intenzity dopravy dne průzkumu  $i$  na týdenním průměru denních intenzit dopravy [%].

Tabulka 6.1.5 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení týdenního průměru intenzity dopravy rameno A

14:50 - 15:50	Rameno A					
	Vlevo		Přímo		Vpravo	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
$I_d$	372	140	372	62	1295	155
$p_{it}$	113,8	121,8	113,8	121,8	113,8	121,8
$k_{d,t}$	0,879	0,821	0,879	0,821	0,879	0,821
$I_t$	327	115	327	51	1138	127
Celkem	2085					

Tabulka 6.1.6 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení týdenního průměru intenzity dopravy rameno B

14:50 - 15:50	Rameno B							
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
Id	2090	61	2515	76	5998	398	224	15
p <sub>it</sub>	108,6	125,4	108,6	125,4	108,6	125,4	108,6	125,4
k <sub>d,t</sub>	0,921	0,797	0,921	0,797	0,921	0,797	0,921	0,797
I <sub>t</sub>	1924	49	2316	61	5523	317	207	12
Celkem	10409							

Tabulka 6.1.7 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení týdenního průměru intenzity dopravy rameno C

14:50 - 15:50	Rameno C					
	Vlevo		Přímo		Vpravo	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
Id	408	186	1295	0	348	0
p <sub>it</sub>	113,8	121,8	113,8	121,8	113,8	121,8
k <sub>d,t</sub>	0,879	0,821	0,879	0,821	0,879	0,821
I <sub>t</sub>	358	153	1138	0	306	0
Celkem	1955					

Tabulka 6.1.8 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení týdenního průměru intenzity dopravy rameno D

14:50 - 15:50	Rameno D							
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
Id	555	183	1799	382	1405	168	1441	245
p <sub>it</sub>	108,6	125,4	108,6	125,4	108,6	125,4	108,6	125,4
k <sub>d,t</sub>	0,921	0,797	0,921	0,797	0,921	0,797	0,921	0,797
I <sub>t</sub>	511	146	1656	305	1294	134	1326	195
Celkem	5568							

## Roční průměr denních intenzit

Roční průměr denních intenzit jsem určil podle vztahu uvedeného v TP 189 [11].

$$RPDI = I_t \cdot k_{t,RPDI}$$

Kde:

RPDI ... roční průměr denních intenzit [voz./den],

$I_t$  ... týdenní průměr denních intenzit [voz./den],

$k_{t,RPDI}$  ... přepočtový koeficient týdenního průměru denní intenzity dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy [–].

Koeficient  $k_{t,RPDI}$  je určen v závislosti na druhu vozidla, charakteru provozu na komunikaci a období roku.

Hodnoty přepočtových koeficientů  $k_{t,RPDI}$  se vypočítají pomocí vztahu:

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{p_i^r}$$

Kde:

$p_i^r$  ... je podíl denní intenzity dopravy měsíce  $i$  na ročním průměru denních intenzit dopravy [%]

Tabulka 6.1.9 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení RPDI na rameni A

14:50 - 15:50	Rameno A					
	Vlevo		Přímo		Vpravo	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
$I_t$	327	115	327	51	1138	127
$p_{ir}$	101,3	99,9	101,3	99,9	101,3	99,9
$k_{t,RPDI}$	0,987	1,001	0,987	1,001	0,987	1,001
RPDI	323	115	323	51	1124	128
Celkem	2062					

Tabulka 6.1.10 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení RPDI na rameni B

14:50 - 15:50	Rameno B							
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
$I_t$	1924	49	2316	61	5523	317	207	12
$p_{ir}$	98,5	92,5	98,5	92,5	98,5	92,5	98,5	92,5
$k_{t,RPDI}$	1,015	1,081	1,015	1,081	1,015	1,081	1,015	1,081
RPDI	1954	53	2351	66	5607	343	210	13
Celkem	10597							

Tabulka 6.1.11 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení RPDI na rameni C

14:50 - 15:50	Rameno C					
	Vlevo		Přímo		Vpravo	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
$I_t$	358	153	1138	0	306	0
$p_{ir}$	101,3	99,9	101,3	99,9	101,3	99,9
$k_{t,RPDI}$	0,987	1,001	0,987	1,001	0,987	1,001
RPDI	354	153	1124	0	302	0
Celkem	1932					

Tabulka 6.1.12 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení RPDI na rameni D

14:50 - 15:50	Rameno D							
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.	
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS
$I_t$	511	146	1656	305	1294	134	1326	195
$p_{ir}$	98,5	92,5	98,5	92,5	98,5	92,5	98,5	92,5
$k_{t,RPDI}$	1,015	1,081	1,015	1,081	1,015	1,081	1,015	1,081
RPDI	519	158	1681	330	1314	145	1347	211
Celkem	5704							

## 7. Výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ – Původní stav

Při výpočtu průsečné křižovatky a následné posouzení jsem postupoval v souladu s *TP 188. Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací. [12]*.

### 7.1 Zohlednění skladby dopravních proudů

Tabulka 7.1.1 – Homogenizace dopravního proudu [10]

Osobní vozidla a)	Nákladní vozidla, autobusy b)	Nákladní soupravy, kloubové autobusy	Motocykly	Jízdní kola
1,0	1,7	2,5	0,8	0,5
a) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti. b) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladní soupravy a autobusy mimo kloubové autobusy				

Při výpočtech jsem pracoval s koeficienty skladby dopravního proudu podle Tabulky 7.1.1 a vypočetl jsem tím skladby dopravních proudů ve špičkové hodině. Výsledná přepočítaná vozidla jsou uvedeny v Tabulkách 7.1.2 – 7.1.5.

Tabulka 7.1.2 – Přepočtená vozidla Rameno A ve špičkové hodině [pvoz/h]

Čas	Rameno A						
	Vpravo		Přímo		Vlevo		Celkem
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
14:50-15:00	4	0	5	4	17	6	36
15:00-15:10	7	6	6	0	20	0	39
15:10-15:20	8	4	6	0	21	4	43
15:20-15:30	5	0	4	4	17	6	36
15:30-15:40	4	4	5	0	18	0	31
15:40-15:50	3	4	5	0	15	4	31
Celkem	31	18	31	8	108	20	216

Tabulka 7.1.3 – Přepočtená vozidla Rameno B ve špičkové hodině [pvoz/h]

Čas	Rameno B								
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.		Celkem
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
14:50-15:00	34	2	45	2	99	9	3	2	196
15:00-15:10	29	0	33	2	72	7	3	0	146
15:10-15:20	30	2	39	2	84	7	3	0	167
15:20-15:30	29	2	31	0	88	7	4	0	161
15:30-15:40	22	0	21	0	70	7	3	0	123
15:40-15:50	33	2	44	4	95	9	3	0	190
Celkem	177	8	213	10	508	46	19	2	983

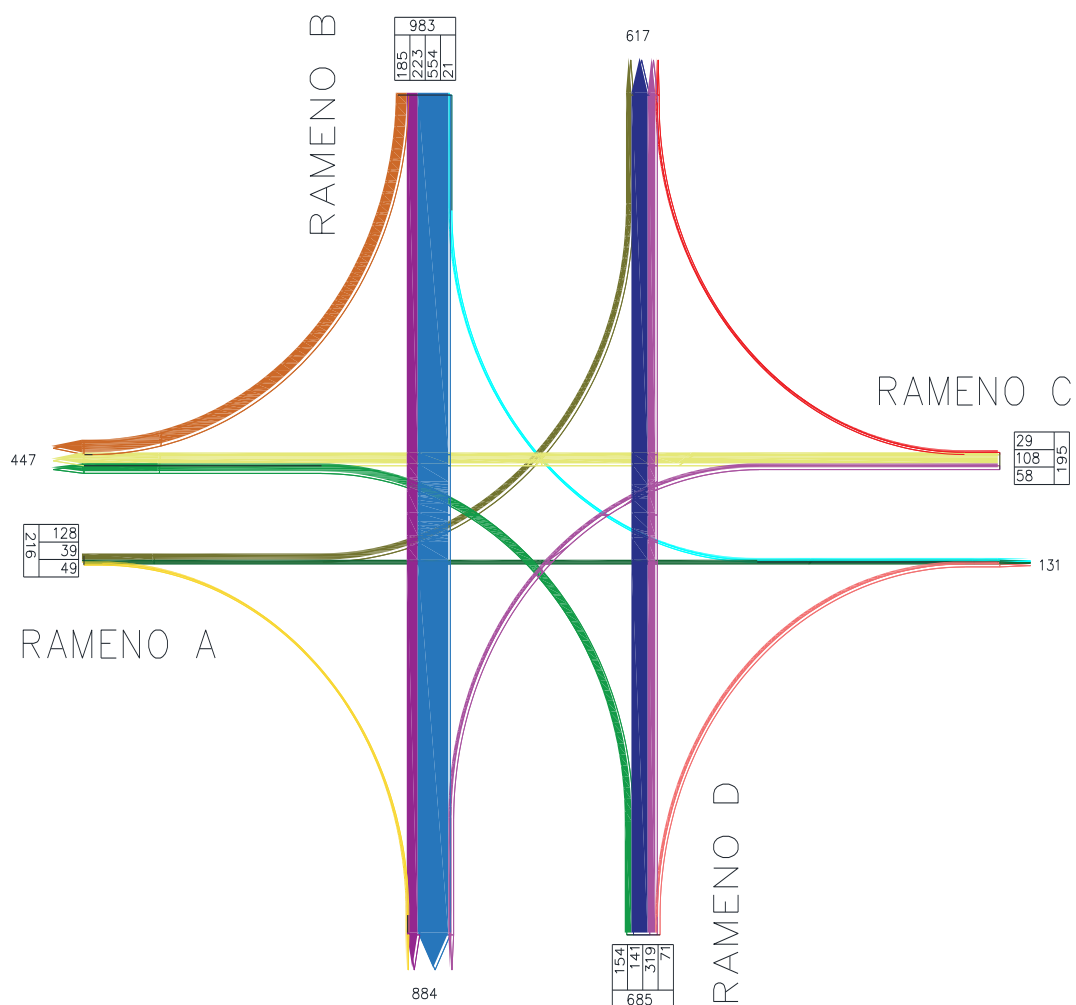


Tabulka 7.1.4 – Přepočtená vozidla Rameno C ve špičkové hodině [pvoz/h]

Čas	Rameno C						Celkem
	Vlevo		Přímo		Vpravo		
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
14:50-15:00	2	6	19	0	5	0	32
15:00-15:10	10	2	17	0	4	0	33
15:10-15:20	8	6	19	0	5	0	38
15:20-15:30	2	2	20	0	7	0	31
15:30-15:40	6	6	17	0	3	0	32
15:40-15:50	6	2	16	0	5	0	29
Celkem	34	24	108	0	29	0	195

Tabulka 7.1.5 – Přepočtená vozidla Rameno D ve špičkové hodině [pvoz/h]

Čas	Rameno D								Celkem
	Pravé odboč.		Přímo (pravý)		Přímo (levý)		Levé odboč.		
	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	Osobní	NA+BUS	
14:50-15:00	9	0	50	7	17	4	28	6	121
15:00-15:10	6	6	40	7	14	0	22	6	101
15:10-15:20	7	4	45	7	17	4	17	4	105
15:20-15:30	8	6	45	9	24	4	14	4	114
15:30-15:40	9	4	44	7	28	6	19	6	123
15:40-15:50	8	4	51	7	19	4	22	6	121
Celkem	47	24	275	44	119	22	122	32	685



Obrázek 7.1.1- Pentlogram aktuálních intenzit ve špičkové hodině [pvoz/h]

## 7.2 Saturovaný tok vjezdu

Při výpočtu saturovaného toku řadících pruhů jsem postupoval dle následného vzorce uvedeného v TP 188 [12].

$$S_i = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl}$$

$S_i$ ... saturovaný tok řadícího pruhu [pvoz/h]

$S_g$ ... základní saturovaný tok = 2000 pvoz/h

$k_{skl}$ ... koeficient podélného sklonu [-]

$k_{obl}$ ... koeficient oblouku [-]

Koeficient sklonu se vypočítá ze vztahu, uvedeného v TP 188 [12]:

$$k_{skl} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl}$$

$a_{skl}$ ... podílný sklon vjezdu [%]

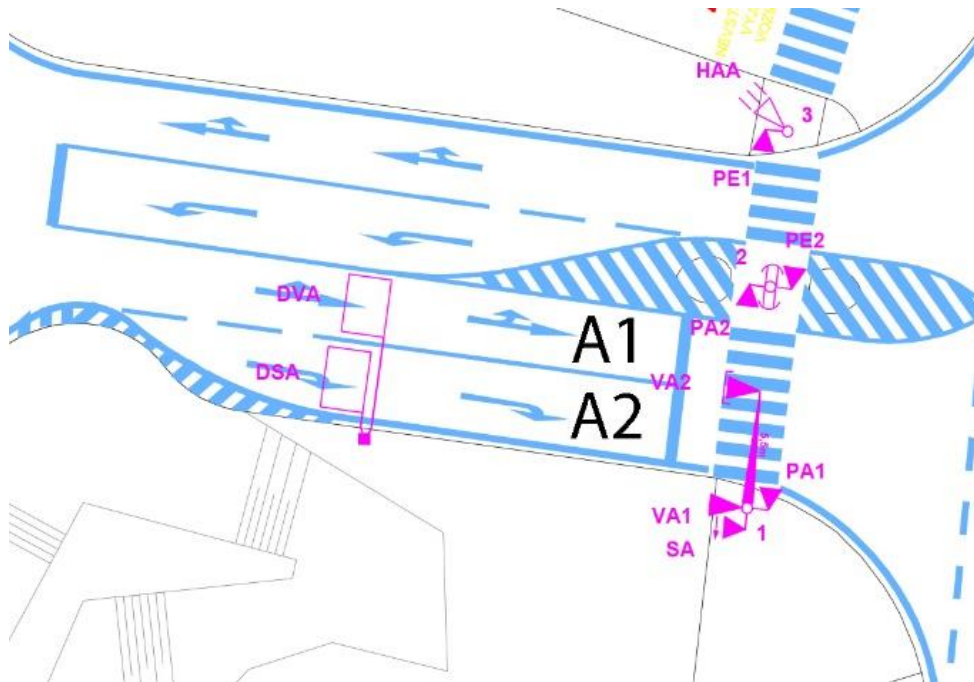
Koeficient oblouku se vypočítá ze vztahu, uvedeného v TP 188 [12]:

$$k_{obl} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f}$$

$R$ ... poloměr oblouku pro odbočení [m]

$f$ ... podíl vozidel odbočujících z jízdního pruhu [-]

### Saturovaný tok vjezd A



Obrázek 7.2.1- Uspořádání jízdních pruhů na vjezdě A

### Výpočet saturovaného toku pro řadící pruh A1:

$$k_{skl,A1} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{obl,A1} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f} = \frac{1,5}{1,5 + 1,5 \cdot 0,766} = 0,566$$

Vzhledem k tomu, že levé odbočení je ovlivněno protisměrem, použije se místo skutečného poloměru pro levé odbočení poloměr fiktivní  $R_{obl} = 1,5 \text{ m}$  z TP 188 [12]

$$S_{A1} = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,566 = \mathbf{1132 \text{ pvoz/h}}$$

Z předchozího vzorce vyplývá, že saturovaný tok pro řadící pruh A1 je 1132 pvoz/h

### Výpočet saturovaného toku pro řadící pruh A2:

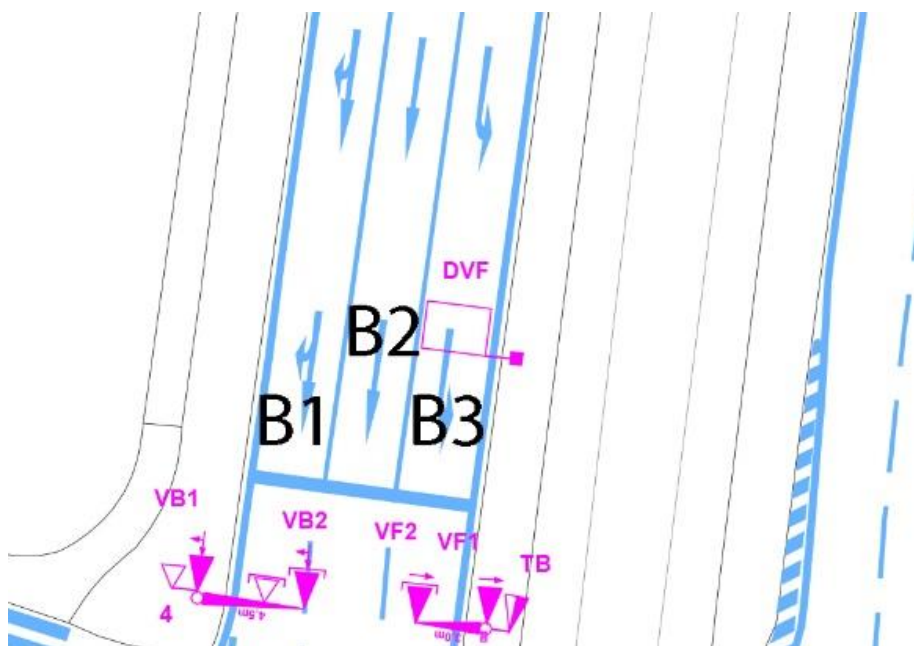
$$k_{skl,A2} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{obl,A2} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f} = \frac{15}{15 + 1,5 \cdot 1} = 0,909$$

$$S_{A2} = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,909 = \mathbf{1818 \text{ pvoz/h}}$$

Z předchozího vzorce vyplývá, že saturovaný tok pro řadící pruh A2 je 1818 pvoz/h

### Saturovaný tok vjezd B



Obrázek

Obrázek 7.2.2- Uspořádání jízdních pruhů na vjezdu B

### Výpočet saturovaného toku pro řadící pruh B1:

$$k_{skl,B1} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{obl,B1} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f} = \frac{15}{10 + 1,5 \cdot 0,453} = 0,956$$

$$S_{B1} = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,956 = \mathbf{1913 \text{ pvoz/h}}$$

Z předchozího vzorce vyplývá, že saturovaný tok pro řadící pruh B1 je 1913 pvoz/h

### Výpočet saturovaného toku pro řadící pruh B2:

$$k_{skl,B2} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$k_{obl,B2}$  – přímý směr nevstupuje do výpočtu

$$S_{B2} = S_g \cdot k_{skl} = 2000 \cdot 1 = \mathbf{2000 \text{ pvoz/h}}$$

Z předchozího vzorce vyplývá, že saturovaný tok pro řadící pruh B2 je 2000 pvoz/h

### Výpočet saturovaného toku pro řadící pruh B3:

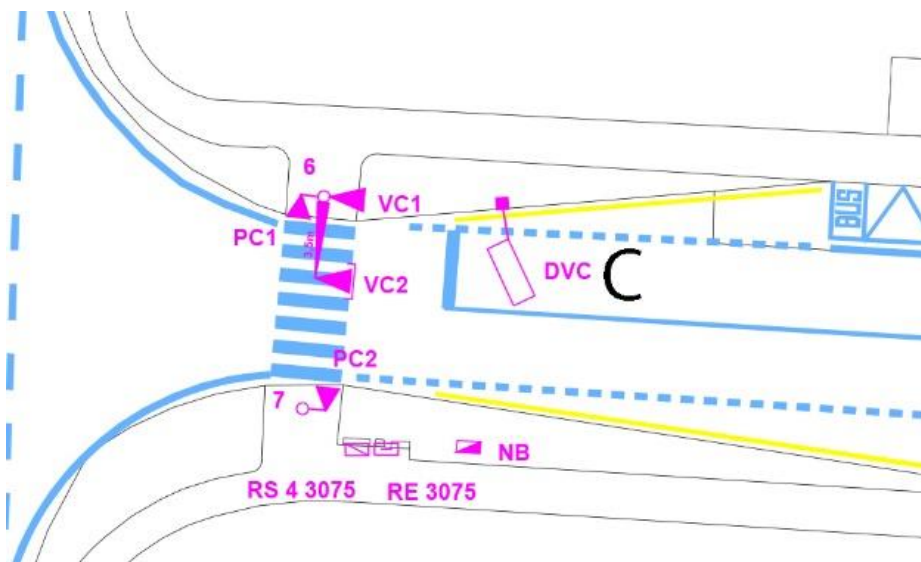
$$k_{skl,B3} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{obl,B3} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f} = \frac{20}{20 + 1,5 \cdot 1} = 0,93$$

$$S_{B3} = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,93 = \mathbf{1860 \text{ pvoz/h}}$$

Z předchozího vzorce vyplývá, že saturovaný tok pro řadící pruh B3 je 1860 pvoz/h

### Saturovaný tok vjezd C



Obrázek 7.2.3- Uspořádání jízdních pruhů na vjezdu C

Z důvodu levého i pravého odbočení na společném řadícím pruhu se koeficienty oblouku vypočítají zvlášť pro levé i pravé odbočení a pro výpočet saturovaného toku se použije nižší z obou koeficientů

### Výpočet saturovaného toku pro řadící pruh C:

$$k_{skl,C} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

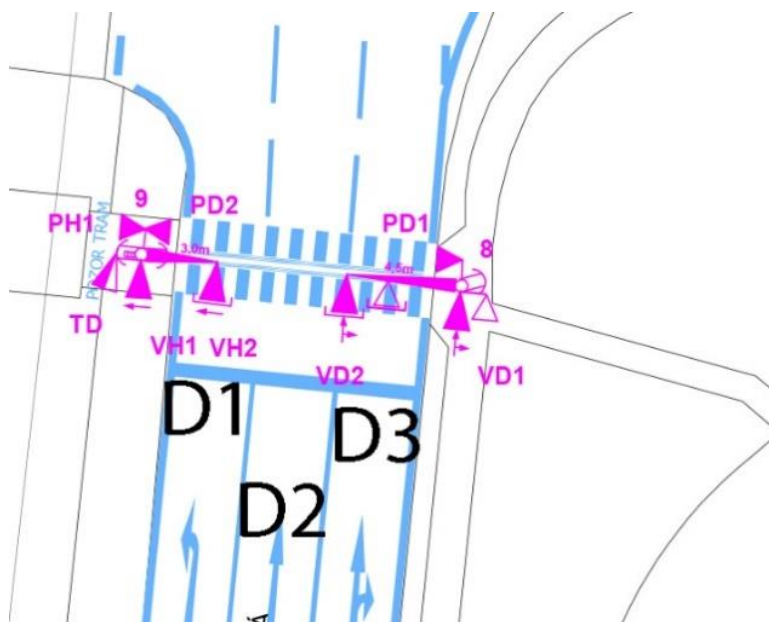
$$k_{obl,C1} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f} = \frac{25}{20 + 1,5 \cdot 0,349} = 0,9793$$

$$k_{obl,C2} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f} = \frac{15}{20 + 1,5 \cdot 0,211} = 0,9792$$

$$S_C = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,9793 = \mathbf{1959 \text{ pvoz/h}}$$

Z předchozího vzorce vyplývá, že saturovaný tok pro řadící pruh C je 1959 pvoz/h

## Saturovaný tok vjezd D



Obrázek 7.2.4- Uspořádání jízdních pruhů na vjezdu D

### Výpočet saturovaného toku pro řadící pruh D1:

$$k_{skl,D1} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{obl,D1} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f} = \frac{25}{25 + 1,5 \cdot 1} = 0,943$$

$$S_{D1} = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,943 = \mathbf{1887 \text{ pvoz/h}}$$

Z předchozího vzorce vyplývá, že saturovaný tok pro řadící pruh D1 je 1887 pvoz/h

### Výpočet saturovaného toku pro řadící pruh D2:

$$k_{skl,D2} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$k_{obl,D2}$  – přímý směr nevztupuje do výpočtu

$$S_{D2} = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 2000 \cdot 1 = \mathbf{2000 \text{ pvoz/h}}$$

Z předchozího vzorce vyplývá, že saturovaný tok pro řadící pruh D2 je 2000 pvoz/h

### Výpočet saturovaného toku pro řadící pruh D3:

$$k_{skl,D1} = 1 - 0,02 \cdot a_{skl} = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$k_{obl,D1} = \frac{R_{obl}}{R_{obl} + 1,5 \cdot f} = \frac{15}{15 + 1,5 \cdot 0,182} = 0,982$$

$$S_{D1} = S_g \cdot k_{skl} \cdot k_{obl} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,982 = \mathbf{1964 \text{ pvoz/h}}$$

Z předchozího vzorce vyplývá, že saturovaný tok pro řadící pruh D3 je 1964 pvoz/h

### 7.3 Kapacita vjezdu

#### Kapacita na stopčáře

$$C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c}$$

$C_s$  ... kapacita na stopčáře [pvoz/h],

$S_v$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z'$  ... doba efektivní zelené[s]

$t_c$  ... doba cyklu[s]

#### Výpočet kapacity vjezdu A

Odbočení vjezdu, který je označován jako A1. Je ovlivněný protijedoucími vozidly, proto budu kapacitu vjezdu posuzovat jako dopravní proud ovlivněný protisměrem. Druhý dopravní proud, který je označen jako A2 je omezen přecházejícími chodci na ramenu D. Kapacitu vjezdu budu posuzovat jako vjezd ovlivněný chodci.

Tabulka 7.3.1 – Doba efektivní zelené

Doba zeleného signálu $z$ [s]	Doba efektivní zelené $z'$ [s]
5-7	$z + 1,0$
8-10	$z + 0,5$
$\geq 11$	$z$

#### Kapacita řadícího pruhu A1

#### Kapacita na stopčáře

$$C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} = 1132 \cdot \frac{14}{90} = 176 \text{ pvoz/h}$$

#### Vliv nadřazeného dopravního proudu ovlivněného protisměrem

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} = 76 + 200 + 0 = 276 \text{ pvoz/h}$$

$C_L$  ... kapacita levého odbočení ovlivněné protisměrem [pvoz/h]

$C_{L1}$  ... dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměrem [pvoz/h]

$C_{L2}$  ... dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h]

$C_{L3}$  ... dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h]

### **Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru**

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} [\text{pvoz/h}]$$

Kde

$C_{L1}$  ... dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h]

(pokud  $I_p > 1166$ , nebo  $I_p \cdot t_c \geq z_p \cdot s_p$ , je  $C_{L1} = 0$ )

$I_p$  ... intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h],

$S_p$  ... saturovaný tok protisměru [pvoz/h],

$t_c$  ... doba cyklu [s],

$z_p$  ... doba zeleného signálu v protisměru [s], (pokud  $z_p > z$ , zadává se  $z_p = z$ ).

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot 108) \cdot (10 \cdot 1959 - 108 \cdot 90)}{90 \cdot (1959 - 108)} = 76 [\text{pvoz/h}]$$

Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází

$$C_{L2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} [\text{pvoz/h}]$$

Kde

$N_A$  ... počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla při dávání přednosti

protijedoucím vozidlům automobily odbojujícími vlevo [pvoz];  $N_A$  se zadává  $\geq 1$ ,

$t_c$  ... doba cyklu [s],

$$C_{L2} = \frac{5 \cdot 3600}{90} = 200 [\text{pvoz/h}]$$

Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem

$$C_{L3} = S_V \cdot \frac{z_0}{t_c} [\text{pvoz/h}]$$

Kde

$C_{L3}$  ... dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h],

$S_V$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z_0$  ... doba části zeleného signálu neovlivněná protisměrem (zpravidla zbývající doba zeleného signálu po skončení zeleného signálu v protisměru) [s],

$t_c$  ... doba cyklu [s].



$$C_{L3} = 1132 \cdot \frac{0}{90} = 0 \text{ [pvoz/h]}$$

## Kapacita řadícího pruhu A2

### Kapacita na stopčáře

$$C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} = 1818 \cdot \frac{14}{90} = \mathbf{283} \text{ pvoz/h}$$

### Vliv pravého odbočení chodci v odděleném řadícím pruhu

Časový odstup mezi odbočujícími vozidly

$$t_B = \frac{3600}{S_v} = \frac{3600}{1818} = 1,98 \text{ [s/pvoz]}$$

$t_B$  ... časový odstup odbočujících vozidel [s/pvoz],

$S_v$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

Střední počet chodců za cyklus

$$P = I_{ped} \cdot \frac{t_c}{3600} = 290 \cdot \frac{90}{3600} = 7,25 \text{ [ch/c]}$$

$P$  ... střední počet chodců za cyklus [ch/c]

$I_{ped}$  ... intenzita přecházejících chodců [ch/h]

$t_c$  ... doba cyklu [s]

Vyklizovací doba chodců na přechodu

$$t_{ped} = \frac{L_{ped}}{v_{ped}} = \frac{8}{1,4} = 5,71 \text{ [ch/c]}$$

$t_{ped}$  ... vyklizovací doba chodců na přechodu [s]

$v_{ped}$  ... rychlost vyklízení přechodu pro chodce = 1,4 [m/s]

$L_{ped}$  ... délka přechodu pro chodce [m]

Doba obsazenosti přechodu chodci

$$\begin{aligned} t_O &= (z_{ped} + t_{ped}) \cdot \left( 1 - \left( 1 - \frac{5}{z_{ped} + t_{ped}} \right)^{P^{0,63}} \right) = \\ &= (14 + 5,71) \cdot \left( 1 - \left( 1 - \frac{5}{14 + 5,71} \right)^{7,25^{0,63}} \right) = 12,59 \text{ s} \end{aligned}$$

$t_O$  ... doba obsazenosti přechodu chodci [s],

$z_{ped}$  ... doba zelené pro chodce [s],

$t_{ped}$  ... vyklizovací doba chodců na přechodu [s],

$P$  ... střední počet chodců za cyklus v obou[směrech]/cyklus  $t_C$ ,

$$z'_{RED} = z' - t_O - N_A \cdot t_B + t_{vor} = 14 - 12,59 - 2 \cdot 1,98 + 4 = 1,45 \text{ [s]}$$

$z'_{RED}$  ... doba efektivní zelené redukována vlivem chodců [s]

$z'$  ... doba efektivní zelené [s]

$t_O$  ... doba obsazenosti přechodu chodci [s]

$N_A$  ... počet míst pro vozidla mezi stopčárkou a přechodem pro chodce [pvoz]

$t_B$  ... časový odstup odbočujících vozidel [s/pvoz]

$t_{vor}$  ... časový předstih chodecké zelené před vozidlovou zelenou [s]

Kapacita průjezdu křižovatkou ovlivněná pohybem chodců

$$C_P = S_V \cdot \frac{z'_{RED}}{t_C} + N_A \cdot \frac{3600}{t_C} = 1818 \cdot \frac{1,45}{90} + 2 \cdot \frac{3600}{90} = \mathbf{110 \text{ pvoz/h}}$$

$C_P$  ... kapacita průjezdu křižovatkou ovlivněná pohybem chodců [pvoz/h],

$S_V$  ... satureovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z'_{RED}$  ... doba efektivní zelené redukována vlivem chodců [s], musí platit  $0 \leq z'_{RED} \leq z'$ ,

$t_C$  ... doba cyklu [s].

Kapacita vjezdu ovlivněná souběžně přecházejícími chodci je rovna menší z hodnot  $C_s$  a  $C_P$ .

Při výpočtu kapacit pro vjezd A2 jsem vybral menší hodnotu  $C_P$  110 pvoz/h.

## Výpočet kapacity vjezdu B

Odbočení vjezdu, který je označován jako B1 a B2 slouží pro jeden směr jízdy, proto budu posuzovat jako jeden vjezd s ovlivněním přecházejících chodců. Odbočení vjezdu označeného jako B3, který není ničím ovlivněný. Bude posuzován jako kapacita klasického vjezdu.

## Kapacita řadícího pruhu B1 a B2

Výsledný saturovaný tok se vypočítá jako součet dílčích saturovaných toků.

$$S_{V,B1,B2} = S_{V,B1} + S_{V,B2} = 1913 + 2000 = 3913 \text{ pvoz/h}$$

$$C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} = 3913 \cdot \frac{38}{90} = 1653 \text{ pvoz/h}$$

Kapacita řadícího pruhu B1 ovlivněná chodci

$$C_P = S_v \cdot \frac{z'_{RED}}{t_c} + N_A \cdot \frac{3600}{t_c} = 1913 \cdot \frac{34,3}{90} + 4 \cdot \frac{3600}{90} = 889 \text{ pvoz/h}$$

$C_P$  ... kapacita průjezdu křižovatkou ovlivněná pohybem chodců [pvoz/h],

$S_v$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z'_{RED}$  ... doba efektivní zelené redukována vlivem chodců [s], musí platit:  $0 \leq z'_{RED} \leq z'$ ,

$N_A$  ... počet míst pro vozidla mezi stopčárou a přechodem pro chodce [pvoz],

$t_c$  ... doba cyklu [s].

Doba efektivní zelené redukována vlivem chodců pro odbočení na společném pruhu

$$z'_{RED} = z' - t_{bl} - [N_A - (N_B + 1)] \cdot t_B = 38 - 1,84 - [4 - (2 + 1)] \cdot 1,88 = 34,3 \text{ s}$$

$z'_{RED}$  ... doba efektivní zelené redukována vlivem chodců [s],

$z'$  ... doba efektivní zelené [s],

$t_{bl}$  ... doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců [s],

$N_A$  ... počet míst pro vozidla mezi stopčárou a přechodem pro chodce [pvoz],

$N_B$  ... počet míst pro odbočující vozidla, která mohou zastavit před přechodem a zároveň neomezují přímý směr [pvoz],

$t_b$  ... časový odstup odbočujících vozidel [s/pvoz].

Doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců

$$t_{bl} = 0,4 \cdot P + \frac{13 \cdot f - 6,2 - t_{vor}}{2,5 + 0,5 \cdot N_B} = 0,4 \cdot 4,825 + \frac{13 \cdot 0,453 - 6,2 - 0}{2,5 + 0,5 \cdot 2} = 1,84 \text{ s}$$

$t_{bl}$  ... doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců [s],

$P$  ... střední počet chodců za cyklus v obou směrech [ch/c],

$f$  ... podíl odbočujících vozidel z celkového počtu vozidel v řadícím pruhu [–],

$t_{vor}$  ... časový předstih chodecké zelené před vozidlovou zelenou [s],

$N_B$  ... počet míst pro odbočující vozidla, která mohou zastavit před přechodem a zároveň neomezují přímý směr [pvoz].

Střední počet chodců za cyklus

$$P = I_{ped} \cdot \frac{t_c}{3600} = 193 \cdot \frac{90}{3600} = 4,825$$

Kde

$P$  ... střední počet chodců za cyklus [ch/c],

$I_{ped}$  ... intenzita přecházejících chodců [ch/h],

$t_c$  ... doba cyklu [s].

Časový odstup mezi odbočujícími vozidly

$$t_B = \frac{3600}{S_V} = \frac{3600}{1913} = 1,88$$

Kde

$t_B$  ... časový odstup odbočujících vozidel [s/pvoz],

$S_V$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h].

### Kapacita řadícího pruhu B3

$$C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} = 1860 \cdot \frac{9,5}{90} = 196 \text{ pvoz/h}$$

### Výpočet kapacity vjezdu C

Kapacitu vjezdu C, který je označovaný písmenem C budu počítat jako kapacitu vjezdu s omezením chodců a předností protijedoucích vozidel z protějšího ramene. Z předchozího výpočtu saturovaného toku budu brát nižší hodnotu.

$$C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} = 1959 \cdot \frac{10,5}{90} = 196 \text{ pvoz/h}$$

### Vliv nadřazeného dopravního proudu ovlivněného protisměrem

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} = 108 + 200 + 0 = 308 \text{ pvoz/h}$$

$C_L$  ... kapacita levého odbočení ovlivněné protisměrem [pvoz/h]

$C_{L1}$  ... dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměrem [pvoz/h]

$C_{L2}$  ... dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h]

$C_{L3}$  ... dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h]

### Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot I_p) \cdot (z_p \cdot S_p - I_p \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_p - I_p)} [\text{pvoz/h}]$$

Kde:

$C_{L1}$  ... dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h]

(pokud  $I_p > 1166$ , nebo  $I_p \cdot t_c \geq z_p \cdot s_p$ , je  $C_{L1} = 0$ )

$I_p$  ... intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h],

$S_p$  ... saturovaný tok protisměru [pvoz/h],

$t_c$  ... doba cyklu [s],

$z_p$  ... doba zeleného signálu v protisměru [s], (pokud  $z_p > z$ , zadává se  $z_p = z$ ).

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot 39) \cdot (10 \cdot 1132 - 39 \cdot 90)}{90 \cdot (1132 - 39)} = 107,4 \doteq 108 [\text{pvoz/h}]$$

Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází

$$C_{L2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} [\text{pvoz/h}]$$

Kde

$N_A$  ... počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla při dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbojujícími vlevo [pvoz];  $N_A$  se zadává  $\geq 1$ ,

$t_c$  ... doba cyklu [s],

$$C_{L2} = \frac{5 \cdot 3600}{90} = 200 [\text{pvoz/h}]$$

Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem

$$C_{L3} = S_V \cdot \frac{z_o}{t_c} [\text{pvoz/h}]$$

Kde

$C_{L3}$  ... dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h],

$S_V$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z_o$  ... doba části zeleného signálu neovlivněná protisměrem (zpravidla zbývající doba zeleného signálu po skončení zeleného signálu v protisměru) [s],

$t_c$  ... doba cyklu [s].

$$C_{L3} = 1132 \cdot \frac{0}{90} = 0 [\text{pvoz/h}]$$

### Kapacita řadícího pruhu C ovlivněná chodci

$$C_P = S_v \cdot \frac{z'_{RED}}{t_c} + N_A \cdot \frac{3600}{t_c} = 1959 \cdot \frac{1,93}{90} + 10 \cdot \frac{3600}{90} = 443 \text{ pvoz/h}$$

$C_P$  ... kapacita průjezdu křižovatkou ovlivněná pohybem chodců [pvoz/h],

$S_v$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z'_{RED}$  ... doba efektivní zelené redukována vlivem chodců [s], musí platit:  $0 \leq z'_{RED} \leq z'$ ,

$N_A$  ... počet míst pro vozidla mezi stopčarou a přechodem pro chodce [pvoz],

$t_c$  ... doba cyklu [s].

Doba efektivní zelené redukována vlivem chodců pro odbočení na společném pruhu

$$z'_{RED} = z' - t_{bl} - [N_A - (N_B + 1)] \cdot t_B = 14 - 1,03 - [10 - (3 + 1)] \cdot 1,84 = 1,93 \text{ s}$$

$z'_{RED}$  ... doba efektivní zelené redukována vlivem chodců [s],

$z'$  ... doba efektivní zelené [s],

$t_{bl}$  ... doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců [s],

$N_A$  ... počet míst pro vozidla mezi stopčarou a přechodem pro chodce [pvoz],

$N_B$  ... počet míst pro odbočující vozidla, která mohou zastavit před přechodem a zároveň neomezují přímý směr [pvoz],

$t_b$  ... časový odstup odbočujících vozidel [s/pvoz].

Doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců

$$t_{bl} = 0,4 \cdot P + \frac{13 \cdot f - 6,2 - t_{vor}}{2,5 + 0,5 \cdot N_B} = 0,4 \cdot 7,25 + \frac{13 \cdot 0,211 - 6,2 - 4}{2,5 + 0,5 \cdot 3} = 1,03 \text{ s}$$

$t_{bl}$  ... doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců [s],

$P$  ... střední počet chodců za cyklus v obou směrech [ch/c],

$f$  ... podíl odbočujících vozidel z celkového počtu vozidel v řadícím pruhu [–],

$t_{vor}$  ... časový předstih chodecké zelené před vozidlovou zelenou [s],

$N_B$  ... počet míst pro odbočující vozidla, která mohou zastavit před přechodem a zároveň neomezují přímý směr [pvoz].

Z vypočtených kapacit pro vjezd C, kdy je ovlivněn protijedoucím směrem a přecházejícími chodci jsem vybral nejmenší z hodnot  $C_s$ ,  $C_p$  a  $C_L$ .

Střední počet chodců za cyklus

$$P = I_{ped} \cdot \frac{t_c}{3600} = 290 \cdot \frac{90}{3600} = 7,25$$

Kde:

$P$  ... střední počet chodců za cyklus [ch/c],

$I_{ped}$  ... intenzita přecházejících chodců [ch/h],

$t_c$  ... doba cyklu [s].

Časový odstup mezi odbočujícími vozidly

$$t_B = \frac{3600}{S_V} = \frac{3600}{1959} = 1,837$$

Kde

$t_B$  ... časový odstup odbočujících vozidel [s/pvoz],

$S_V$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h].

### Výpočet kapacity vjezdu D

Vjezd na rameni D, který je označován jako D1 je pro odbočení vlevo a není ničím ovlivněn, proto bude posuzován jako kapacita klasického vjezdu. Vjezdy D2 a D3 slouží pro jeden směr jízdy, proto budou posouzeny jako jeden vjezd s ovlivněním přecházejících chodců.

### Kapacita řadícího pruhu D1

$$C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} = 1887 \cdot \frac{8,5}{90} = 179 \text{ pvoz/h}$$

### Kapacita řadícího pruhu D2 a D3

Výsledný saturovaný tok se vypočítá jako součet dílčích saturovaných toků.

$$S_{V,B1,B2} = S_{V,D2} + S_{V,D3} = 2000 + 1964 = 3964 \text{ pvoz/h}$$

$$C_s = S_v \cdot \frac{z'}{t_c} = 3964 \cdot \frac{38}{90} = 1674 \text{ pvoz/h}$$

Kapacita řadícího pruhu D3 ovlivněná chodci

$$C_P = S_v \cdot \frac{z'_{RED}}{t_c} + N_A \cdot \frac{3600}{t_c} = 1964 \cdot \frac{31,33}{90} + 7 \cdot \frac{3600}{90} = 964 \text{ pvoz/h}$$

$C_P$  ... kapacita průjezdu křižovatkou ovlivněná pohybem chodců [pvoz/h],

$S_v$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h],

$z'_{RED}$  ... doba efektivní zelené redukována vlivem chodců [s], musí platit:  $0 \leq z'_{RED} \leq z'$ ,  
 $N_A$  ... počet míst pro vozidla mezi stopčárou a přechodem pro chodce [pvoz],  
 $t_C$  ... doba cyklu [s].

Doba efektivní zelené redukována vlivem chodců pro odbočení na společném pruhu

$$z'_{RED} = z' - t_{bl} - [N_A - (N_B + 1)] \cdot t_B = 38 - 1,1615 - [7 - (3 + 1)] \cdot 1,837 = 31,33 \text{ s}$$

$z'_{RED}$  ... doba efektivní zelené redukována vlivem chodců [s],

$z'$  ... doba efektivní zelené [s],

$t_{bl}$  ... doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců [s],

$N_A$  ... počet míst pro vozidla mezi stopčárou a přechodem pro chodce [pvoz],

$N_B$  ... počet míst pro odbočující vozidla, která mohou zastavit před přechodem a zároveň neomezují přímý směr [pvoz],

$t_b$  ... časový odstup odbočujících vozidel [s/pvoz].

Doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců

$$t_{bl} = 0,4 \cdot P + \frac{13 \cdot f - 6,2 - t_{vor}}{2,5 + 0,5 \cdot N_B} = 0,4 \cdot 5,3 + \frac{13 \cdot 0,182 - 6,2 - 0}{2,5 + 0,5 \cdot 3} = 1,16 \text{ s}$$

$t_{bl}$  ... doba blokace společného pruhu pro odbočení vlivem chodců [s],

$P$  ... střední počet chodců za cyklus v obou směrech [ch/c],

$f$  ... podíl odbočujících vozidel z celkového počtu vozidel v řadícím pruhu [–],

$t_{vor}$  ... časový předstih chodecké zelené před vozidlovou zelenou [s],

$N_B$  ... počet míst pro odbočující vozidla, která mohou zastavit před přechodem a zároveň neomezují přímý směr [pvoz].

Střední počet chodců za cyklus

$$P = I_{ped} \cdot \frac{t_c}{3600} = 212 \cdot \frac{90}{3600} = 5,3$$

Kde

$P$  ... střední počet chodců za cyklus [ch/c],

$I_{ped}$  ... intenzita přecházejících chodců [ch/h],

$t_c$  ... doba cyklu [s].



Časový odstup mezi odbočujícími vozidly

$$t_B = \frac{3600}{S_V} = \frac{3600}{1964} = 1,837$$

Kde

$t_B$  ... časový odstup odbočujících vozidel [s/pvoz],

$S_V$  ... saturovaný tok vjezdu [pvoz/h].

#### 7.4 Střední doba zdržení

Střední dobu zdržení na vjezdu do světelné křižovatky zjistíme dle vztahu [12]:

$$t_w = 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_c - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right)$$

$t_w$  ... střední doba zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky [s],

$t_c$  ... doba cyklu [s],

$z'$  ... doba efektivní zelené [s],

$C_V$  ... kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_V$  ... Intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h].

Výpočet střední doby zdržení na vjezdu do světelně řízené křižovatky je možno vypočítat za podmínek jestliže  $C_V > I_V$ . Pokud není splněna tato podmínka, úroveň kvality dopravy je na stupni F.

#### Střední doba zdržení na vjezdu A

##### Střední doba zdržení řadícího pruhu A1

$$\begin{aligned} t_{w,A1} &= 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_c - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) \\ &= 0,45 \cdot \left( \frac{(90 - 14)^2 \cdot 177}{177 \cdot 90 - 167 \cdot 14} + \frac{167 \cdot 3600}{177^2 - 167 \cdot 177} \right) = 188 \text{ s} \end{aligned}$$

##### Střední doba zdržení řadícího pruhu A2

$$\begin{aligned} t_{w,A2} &= 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_c - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) \\ &= 0,45 \cdot \left( \frac{(90 - 14)^2 \cdot 110}{110 \cdot 90 - 49 \cdot 14} + \frac{49 \cdot 3600}{110^2 - 49 \cdot 110} \right) = 43 \text{ s} \end{aligned}$$

### **Střední doba zdržení na vjezdu B**

#### **Střední doba zdržení řadícího pruhu B1B2**

$$\begin{aligned} t_{w,B2} &= 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_c - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) \\ &= 0,45 \cdot \left( \frac{(90 - 38)^2 \cdot 889}{889 \cdot 90 - 408 \cdot 38} + \frac{408 \cdot 3600}{889^2 - 408 \cdot 889} \right) = 19 \text{ s} \end{aligned}$$

#### **Střední doba zdržení řadícího pruhu B3**

$$\begin{aligned} t_{w,B3} &= 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_c - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) \\ &= 0,45 \cdot \left( \frac{(90 - 10,5)^2 \cdot 217}{217 \cdot 90 - 40 \cdot 14} + \frac{40 \cdot 3600}{217^2 - 40 \cdot 217} \right) = 34 \text{ s} \end{aligned}$$

### **Střední doba zdržení na vjezdu C**

$$\begin{aligned} t_{w,C} &= 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_c - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) \\ &= 0,45 \cdot \left( \frac{(90 - 10,5)^2 \cdot 229}{229 \cdot 90 - 195 \cdot 10,5} + \frac{195 \cdot 3600}{229^2 - 195 \cdot 229} \right) = 76 \text{ s} \end{aligned}$$

### **Střední doba zdržení na vjezdu D**

#### **Střední doba zdržení řadícího pruhu D1**

$$\begin{aligned} t_{w,D1} &= 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_c - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) \\ &= 0,45 \cdot \left( \frac{(90 - 8,5)^2 \cdot 179}{179 \cdot 90 - 154 \cdot 8,5} + \frac{154 \cdot 3600}{179^2 - 154 \cdot 179} \right) = 92 \text{ s} \end{aligned}$$

#### **Střední doba zdržení řadícího pruhu D2D3**

$$\begin{aligned} t_{w,D2D3} &= 0,45 \cdot \left( \frac{(t_c - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_c - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) \\ &= 0,45 \cdot \left( \frac{(90 - 38)^2 \cdot 964}{964 \cdot 90 - 390 \cdot 38} + \frac{390 \cdot 3600}{964^2 - 390 \cdot 964} \right) = 18 \text{ s} \end{aligned}$$

## 7.5 Délka fronty

Délka fronty na vjezdu se vypočte pomocí vzorce v TP 188[12]

$$L_F = 6 \cdot (N_{GE} + N_{iR})$$

$L_F$  ... střední délka fronty na začátku zeleného signálu [m],

$N_{GE}$  ... střední počet vozidel ve frontě na konci zeleného signálu  
(tzv. zbytková fronta) [pvoz],

$N_{iR}$  ... střední počet příjezdů během červené [pvoz].

Tabulka 7.5.1 – Vzorce pro výpočet délky zbytkové fronty na konci zelené [12]

Stupeň vytižení $a_v$ [-]	Zbytková fronta $N_{ge}$ na konci zelené [pvoz]
$a_v \leq 0,65$	0
$0,65 < a_v \leq 0,90$	$\frac{a_v - 0,65}{0,25} \cdot \frac{1}{0,26 + \frac{N_{ic}}{150}}$
$0,90 < a_v \leq 1,00$	$\frac{a_v - 0,9}{0,1} \cdot 0,3476 \cdot \sqrt{N_{ec}} \cdot U^{0,565} + \frac{1 - a_v}{0,1} \cdot \frac{1}{0,26 + \frac{N_{ic}}{150}}$
$1,00 < a_v \leq 1,20$	$\frac{a_v - 1}{0,2} \cdot (0,1 \cdot N_{ec} \cdot U + 0,5) + \frac{1,2 - a_v}{0,2} \cdot 0,3476 \cdot \sqrt{N_{ec}} \cdot U^{0,565}$
$1,20 < a_v$	$N_{ec} \cdot (a_v - 1) \cdot \frac{U}{2}$

## 7.6 Úroveň kvality dopravy

U křižovatky, která je řízená SSZ se odvíjí úroveň kvality dopravy podle střední délky zdržení. Úroveň kvality dopravy byla stanovena dle tabulky z ČSN 73 6102, *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. Posuzujeme všechny vjezdy řešené křižovatky.

Tabulka 7.6.1 – úroveň kvality dopravy podle střední doby zdržení

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení [s]
Označení	Charakteristika	
A	Velmi dobrá	$\leq 20$
B	Dobrá	$\leq 35$
C	Uspokojivá	$\leq 50$
D	Dostatečná	$\leq 70$
E	Nestabilní	$> 70$
F	Nevyhovující	-
ÚKD na stupni F při překročení kapacity, tj. při rezervě kapacity vjezdu $REZ \leq 0$		

## 7.7 Závěr výpočtu

Výpočtem byl zjištěn nevyhovující stupeň úrovně kvality dopravy, kdy ÚKD ve třech jízdnicích pásech je na stupni E a doprava je nestabilní. Na řadících pružích B1, B2 a D2, D3 vyšla úroveň kvality dopravy na stupni A. Pruh B3 má ÚKD na stupni B a pruh A2 stupeň C. Celková úroveň kvality dopravy na řešené křižovatce pro aktuální rok 2019 se rovná stupni E.

Tabulka 7.7.1 – Přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro aktuální rok

Současný stav 2019	A		B		C	D	
	A1	A2	B1B2	B3		D1	D2D3
Intenzita vjezdu [pvoz/h]	167	49	962	21	195	154	531
Saturovaný tok [pvoz/h]	1132	1818	3913	1860	1959	1887	3964
Kapacita vjezdu [pvoz/h]	177	110	889	197	229	179	964
Stupeň vytížení [-]	0,94	0,17	0,45	0,10	0,85	0,86	0,31
Střední doba zdržení [s]	187	43	18	34	76	92	16
Délka fronty [m]	37	6,2	84	3	66	39,0	34
ÚKD [-]	E	C	A	B	E	E	A

## 8. Prognóza intenzit dopravy

Při posouzení kapacity světelné křižovatky na rok 2029 jsem využil stejný postup jako při posouzení křižovatky na rok 2019 v kapitole 7 a pomocí přepočtových koeficientů uvedených v TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy [5]. Posouzení kapacity na výhledový rok dle *Technické podmínky TP 188, Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek* [12]. Celý výpočet prognózy intenzity dopravy křižovatky v roce 2029 je uveden v příloze č. 2 – Výpočet prognózy intenzity dopravy pro rok 2029.

## 8.1 Výpočet kapacity světelně řízené křižovatky pro rok 2029

V souladu s TP 188 [12] pro řešenou křižovatku jsem provedl kapacitní výpočet, do kterého jsem použil výhledové intenzity pro rok 2029. Postup byl podobný jako při posuzování světelně řízené křižovatky pro aktuální rok 2019. Podrobný výpočet je uveden v příloze č. 3 – Výpočet kapacity světelně řízené křižovatky pro rok 2029.

Tabulka 8.1.1 – Přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro výhledový rok 2029

Současný stav 2029	A		B		C	D	
	A1	A2	B1B2	B3		D1	D2D3
Intenzita vjezdu [pvoz/h]	196	62	1097	32	241	177	446
Saturovaný tok [pvoz/h]	1143	1818	3913	1860	1952	1887	3963
Kapacita vjezdu [pvoz/h]	178	110	889	197	228	179	963
Stupeň vytižení [-]	1,1	0,21	0,66	0,16	1,05	0,98	0,46
Střední doba zdržení [s]	-	51	20	35	-	837	19
Délka fronty [m]	-	8	95,6	4,3	-	-	39
ÚKD [-]	F	D	A	B	F	E	A

## 8.2 Závěr výpočtu

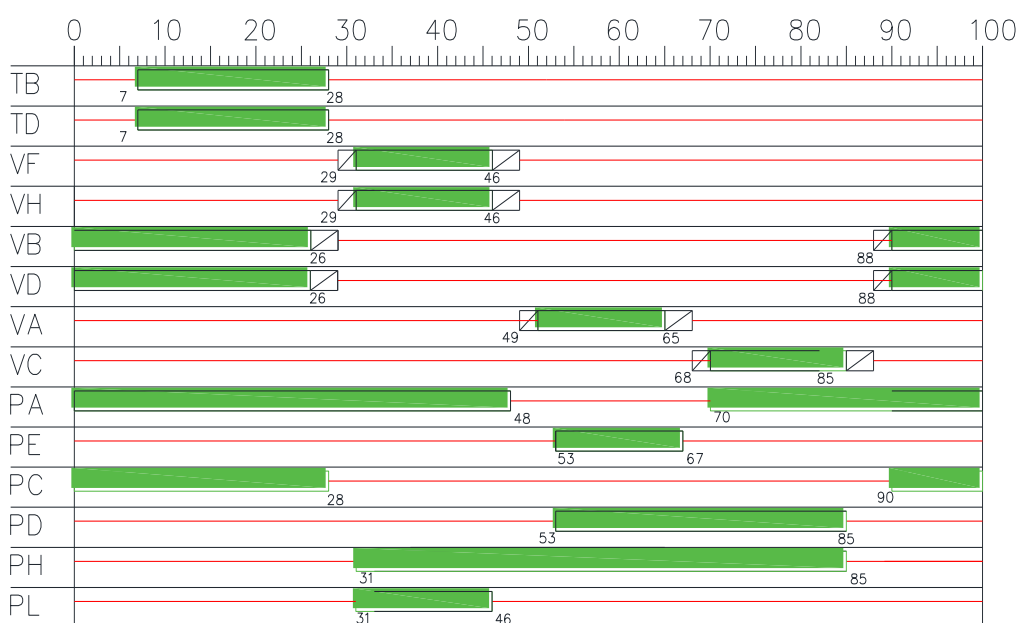
Výpočtem byl zjištěn nevyhovující stupeň úrovně kvality dopravy, kdy ÚKD ve dvou jízdních pásech je na stupni F. Na řadícím pruhu D1 vyšla úroveň kvality dopravy na stupni E. Pruh A2 má ÚKD na stupni D, pruh B3 na stupni B a pruhy B1B2, D2D3 na stupni A. Celková úroveň kvality dopravy na řešené křižovatce pro výhledový rok 2029 vyšla na stupni F a křižovatka nebude vyhovovat dle normy ČSN 73 6102 [13].

## 9. Návrhy úprav křižovatky

Řešená průsečná křižovatka je v současném stavebním uspořádání nevhodná. Pro aktuální i výhledové kapacity křižovatka nesplňuje požadovanou úroveň kvality. Při návrhu řešení se budu snažit zlepšit bezpečnost a plynulost na řešené křižovatce. Prvním navrhovaným řešením je úprava stávajícího signálního plánu. Jako hlavní změna v signálním plánu je prodloužení cyklu na 100 sekund a přidání fáze, kdy nedochází ke středu kolizních směrů z vedlejší pozemní komunikace. Druhou variantou řešení je změna vodorovného dopravního značení na rameni A, kdy řadící pruh A1 bude pro odbočení vlevo. Pruh označený jako A2 bude pro směr jízdy přímo a vpravo. Přidání řadícího pruhu na rameni C pro směr jízdy rovno a vpravo. Další stavební úpravy se budou týkat přesunutí jedné autobusové zastávky na rameno D ve směru do Výškovic.

## 9.1 Varianta A – Prodloužení cyklu signálního plánu

Vzhledem k faktu, že při stanovení ÚKD pro rok 2029 na řešené křižovatce byla na stupni F, je vhodné vytvořit opatření pro zlepšení úrovně kvality dopravy. Ve variantě A jsem změnil signální plán a upravil vodorovné dopravní značení. Původní signální plán poskytnutý firmou OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE a.s., měl délku cyklu 90 sekund. Při výpočtu ÚKD vykazovaly nejhorší hodnoty vjezdy A a C, které leží na vedlejší pozemní komunikaci a jedná se zároveň o kolizní směry. Proto jsem prodloužil délku signálního plánu o 10 sekund a přidal fázi, aby nedocházelo ke křížení těchto protijedoucích směrů. Po úpravě se v signálním plánu nenacházely žádné konfliktní směry.



Obrázek 9.1.1- Signální plán pro variantu A

Nově navrhnutý signální plán má délku cyklu 100 sekund a obsahuje celkově 4 fáze, kdy první fáze je volno pro směr tramvaje společně s dopravními proudy VB a VD s délkou efektivní zelené 36 sekund. Proud VD musí dát přednost chodcům na rameni C. Po skončení následují dopravní proudy VF a VH s délkou efektivní zelené 15 sekund. Současně s druhou fází mají zelenou i chodci na přechodech označených PA, PH a PL. V další fázi má zelenou proud VA o délce efektivní zelené 14 sekund. Společně s proudem VA mají volno chodci na přechodech PE, PD a PH. V poslední fázi má volno proud VC s efektivní délkou zelené 15 sekund a chodci na přechodech PA, PD a PH. V signálním plánu byly dodrženy minimální hodnoty mezičasů 5 sekund.

Kapacitní posouzení varianty A jsem prováděl na výhledové intenzity pro rok 2029 dle TP 188. Celý výpočet kapacitního posouzení je uveden v příloze č.4 -Výpočet kapacity světelně řízené křižovatky- varianta A.

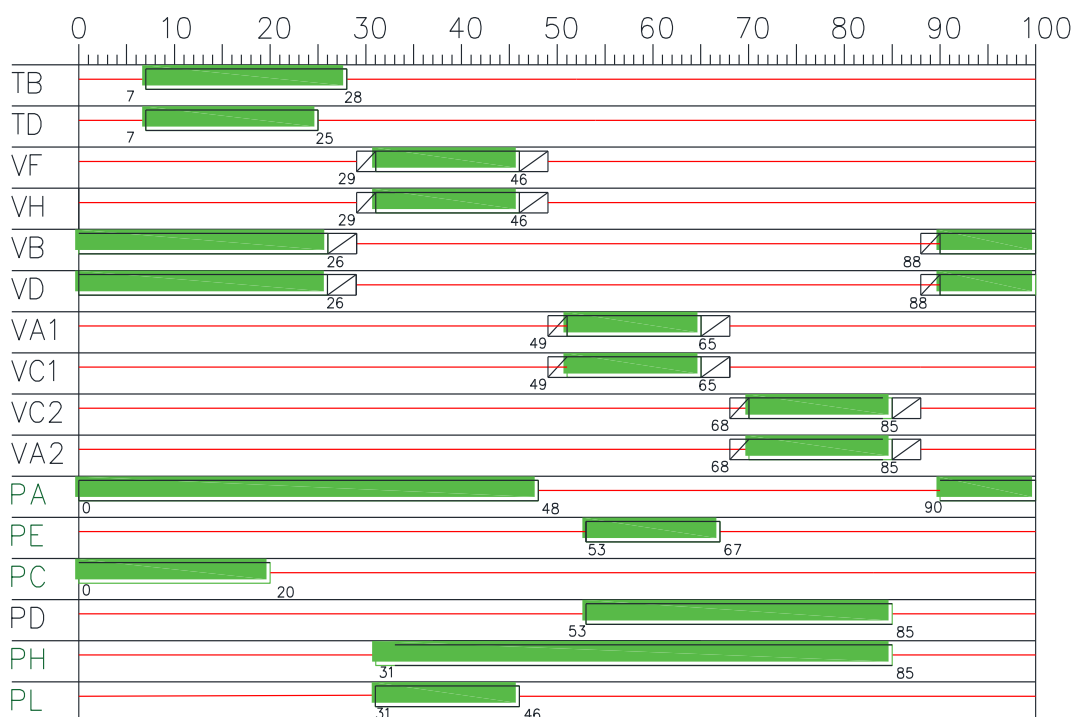
*Tabulka 9.1.1 – Přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro variantu A*

Varianta A	A		B		C	D	
	A1	A2	B1B2	B3		D1	D2D3
Intenzita vjezdu [pvoz/h]	196	62	1097	32	241	177	446
Saturovaný tok [pvoz/h]	1914	1818	3913	1860	1952	1887	3963
Kapacita vjezdu [pvoz/h]	268	255	1409	279	293	284	823
Stupeň vytížení [-]	0,73	0,24	0,77	0,11	0,82	0,62	0,54
Střední doba zdržení [s]	54	37	30	34	63	46	26
Délka fronty [m]	34,6	8,9	123	4,6	47,5	25,1	47,6
ÚKD [-]	D	C	B	B	D	C	B

Výpočtem byl zjištěný vyhovující stupeň úrovně kvality dopravy, kdy ÚKD ve dvou jízdních pásech je na stupni D, jedná se o řadící pruhy A1 a C. Na řadících pruzích A2 a D1 byla zjištěna ÚKD na stupni C. Na zbývajících pruzích B1B2, B3 a D2D3 byl stupeň ÚKD na stupni B. Celková úroveň kvality dopravy na řešené křižovatce pro výhledový rok 2029, varianty A vyšla na stupni D a křižovatka vyhovuje dle normy ČSN 73 6102 [13].

## 9.2 Varianta B – se stavebními úpravami

Jako další variantu jsem navrhl zřízení odbočovacího pruhu na rameni C k navýšení kapacit navržený dle ČSN 73 6302[13]. Jako další úprava je přesunutí autobusové zastávky na ulici Výškovická ve směru na Výškovice navrženou dle ČSN 73 6425 [14]. Při výhledových intenzitách je vjezd C přetížen a přidání nového pruhu by mohlo problém vyřešit. Ve variantě B je ke stavebním úpravám přidán také nový signální plán, který má délku cyklu 100 sekund. Stejně jako u varianty A jsou fáze navrhнутy tak, aby nedocházelo ke křížení kolizních směrů z ramene A a C.



Obrázek 9.2.1- Signální plán pro variantu B

Navržený signální plán má délku 100 sekund a je celkem rozdělen do čtyř fází. Fáze jsem navrhl, tak aby nedocházelo ke křížení protisměrných proudů v jedné fázi. V první fázi má volno vjezd VB a VD společně s tramvajemi. Následují levá odbočení z hlavní pozemní komunikace, konkrétně se jedná o řadící pruhy VF a VD. V třetí fázi následují levá odbočení z vedlejších komunikací, pruhy VA1 a VC1. V poslední části cyklu mají volno zbylé řadící pruhy VC2 a VA2. V signálním plánu dochází pouze k jednomu křížení, a to se jedná o přednost chodců na rameni C, při fázi kdy má volno proud VD.

Tabulka 9.2.1 – Přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro variantu B

Varianta B	A		B		C		D	
	A1	A2	B1B2	B3	C1	C2	D1	D2D3
Intenzita vjezdu [pvoz/h]	147	111	1097	32	76	165	1887	446
Saturovaný tok [pvoz/h]	1887	1894	3913	1860	1887	1952	1887	3963
Kapacita vjezdu [pvoz/h]	265	285	1409	279	265	293	284	863
Stupeň vytížení [-]	0,55	0,39	0,78	0,11	0,29	0,56	0,62	0,52
Střední doba zdržení [s]	43,7	38,2	29,7	33,8	37,1	42,6	45,3	24,7
Délka fronty [m]	21,1	15,7	123,6	4,53	11	23,4	25,1	47,57
ÚKD [-]	D	C	C	B	C	C	C	B



Výpočtem byl zjištěn vyhovující stupeň ÚKD, kdy podle výpočtů nejhorší stupeň kvality dopravy vyšel v pruhu A1 a dosahoval stupně D. Jako další bylo pět jízdních pruhů o kvalitě dopravy na stupni C. Následovaly poslední dva proudy s kvalitou dopravy B. Celý výpočet úrovně kvality dopravy na řešené křižovatce pro výhledový rok 2029 je uveden v příloze č.5- Výpočet kapacity světelně řízené křižovatky- varianta B. Celková kapacita varianty B vyšla na stupni D a křižovatka vyhovuje dle normy ČSN 73 6102 [13].

## **10. Mikrosimulační model křižovatky (PTV VISSIM)**

Vytvořil jsem celkem 4 modely pro řešenou křižovatku. Jako první model je simulace původního stavu křižovatky pro rok 2018 s následnou simulací zatíženou výhledovou intenzitou na rok 2029. Poslední dva modely jsou návrhy variant zatíženy na výhledové intenzity pro rok 2029.

### **10.1 Postup vytvoření modelu**

Do programu PTV VISSIM jsem si vložil podklad ve formátu jpeg, který zobrazoval křižovatku na ulici Výškovická – Nákupní. V dalším kroku jsem si nakreslil linky komunikací odpovídající aktuálnímu uspořádání. Pomocí konektorů jsem propojil požadované linky a vytvořil tak směry pro odbočení. Příkazem Vehicle inputs jsem vložil intenzity pro současný stav a výhledový rok 2029. Dále jsem dané vjezdy křižovatky zatížil, nastavil složení a intenzity dopravních proudů. Nadefinoval trasy vozidel z každého vjezdu pro dané druhy dopravy včetně tramvají. Při vzniku konfliktních situací jsem nastavil přednosti v jízdě. Po zatížení křižovatky jsem vytvořil signální plán dle poskytnutého signálního plánu od společnosti OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE s.r.o. Následně jsem nastavil stopčáry a přiřadil signální skupiny k odpovídajícím vjezdům. K lepšímu vizuálnímu zážitku jsem umístil 3D návěstidla světelně signalizačního zařízení, autobusové zastávky, domy a stromy. K vyhodnocení vytvořených modelů jsem do modelu umístil sčítače, pomocí kterých můžu sledovat chování křižovatky po skončení simulace. Informace ze sčítačů následně zpracuju do grafů a tabulek.

## 10.2 Současné uspořádání křižovatky- aktuální rok 2019

V programu PTV VISSIM jsem vytvořil model pro aktuální uspořádání křižovatky Výškovická – Nákupní v Ostravě, který jsem následovně vyhodnocoval. Situace původního stavu je vyobrazena na následujícím obrázku.



Obrázek 10.2.1- 3D pohled na řešenou křižovatku pro rok 2019

Pomocí sčítačů umístěných na linkách v modelu jsem po skončení simulace získal informace o cestovním čase, délce fronty a době zdržení. Získaná data jsem následně vyhodnotil a zpracoval do grafů a tabulek.

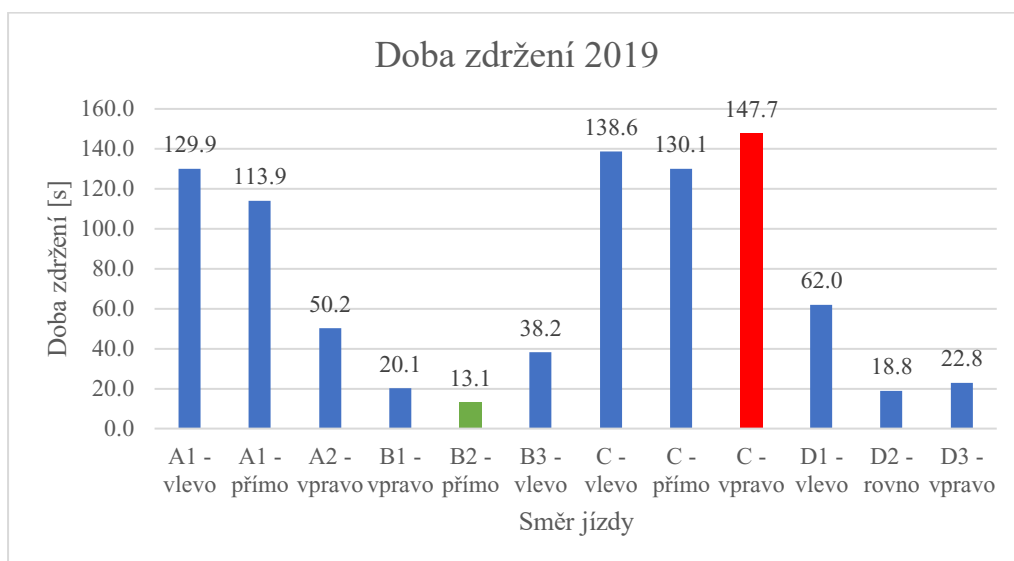
### 10.2.1 Doba zdržení

Ze získaných údajů jsem vypočetl průměrnou dobu zdržení na každém vjezdu řešené křižovatky, výsledná data jsem zobrazil do tabulky.

Tabulka 10.2.1.1 – Doba zdržení pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu)

Směr jízdy	Doba zdržení [s]
A1 - vlevo	129,9
A1 - přímo	113,9
A2 - vpravo	50,2
B1 - vpravo	20,1
B2 - přímo	13,1
B3 - vlevo	38,2
C - vlevo	138,6
C - přímo	130,1
C - vpravo	147,7
D1 - vlevo	62,0
D2 - rovno	18,8
D3 - vpravo	22,8

Z tabulky můžeme vyčíst, že největší hodnota je 147,7 sekund pro pravé odbočení na rameni C. Nejnižší hodnota je 13,1 pro směr přímý na rameni B.



Graf 10.2.1.1 – Doba zdržení pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu)

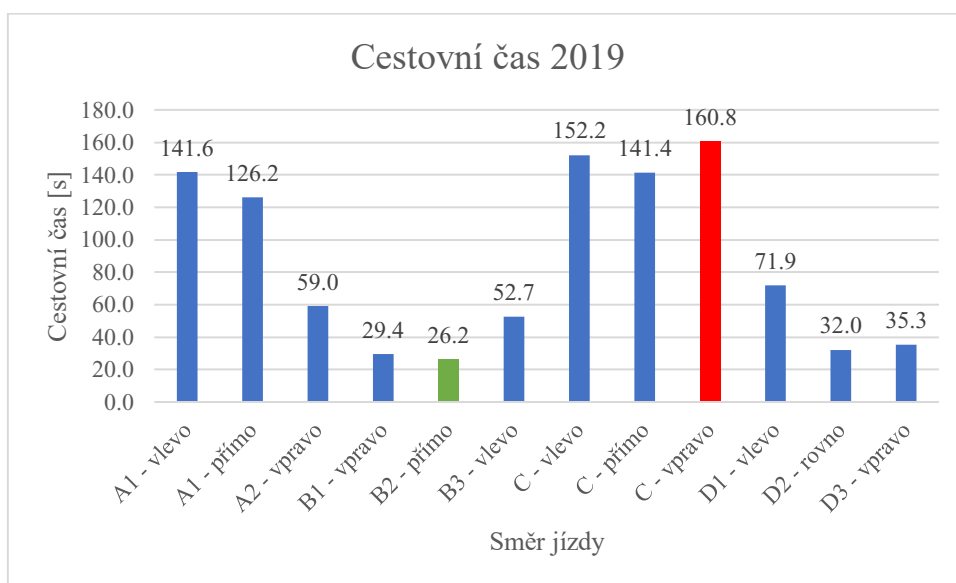
Z grafu lze vyčíst, že doba zdržení při současném uspořádání křižovatky, která je zatížená aktuálními intenzitami se pohybuje v rozptýlu 13,1 až 147,7 sekund. Největší hodnotu pro dobu zdržení má směr C – vpravo odbočení z ulice Nákupní na ulici Výškovická směr do Centra. Naopak nejnižší hodnotu má směr B2 – přímo. Jedná se o přímý směr po ulici výškovická.

## 10.2.2 Cestovní čas

Pomocí údajů získané z PTV VISSIM, jsem vyhodnocoval cestovní čas pro aktuální uspořádání křižovatky se současnými intenzitami. Následně jsem hodnoty zpracoval do tabulky a grafu níže. Největší cestovní čas jsem zaznamenal na rameni C při pravém odbočení. Naopak nejnižší cestovní čas jsem zaznamenal na rameni B v přímém směru. Maximální a minimální čas je vyznačen v grafu níže.

Tabulka 10.2.2.1 – Cestovní čas pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu)

Směr jízdy	Cestovní čas [s]
A1 - vlevo	141,6
A1 - přímo	126,2
A2 - vpravo	59,0
B1 - vpravo	29,4
B2 - přímo	26,2
B3 - vlevo	52,7
C - vlevo	152,2
C - přímo	141,4
C - vpravo	160,8
D1 - vlevo	71,9
D2 - rovno	32,0
D3 - vpravo	35,3



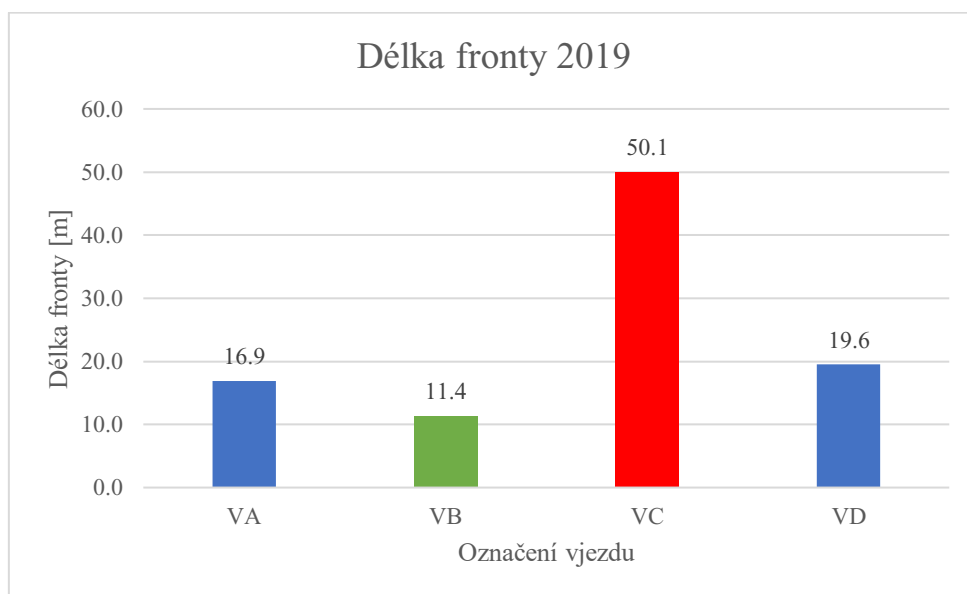
Graf 10.2.2.1 – Cestovní čas pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu)

### 10.2.3 Délka fronty

Jako další vyhodnocené údaje byla délka fronty. Údaje jsem zpracoval do tabulky a grafu. Délky front jsem určil pro jednotlivé vjezdy na křižovatce. Největší délka fronty byla na vjezdu C a naopak nejmenší fronta vznikala na vjezdu B.

Tabulka 10.2.3.1 – Délka fronty pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu)

Označení vjezdu	Délka fronty [m]
VA	16,9
VB	11,4
VC	50,1
VD	19,6



Graf 10.2.3.1 – Délka fronty pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu)

### 10.3 Současné uspořádání křižovatky- výhledový rok 2029

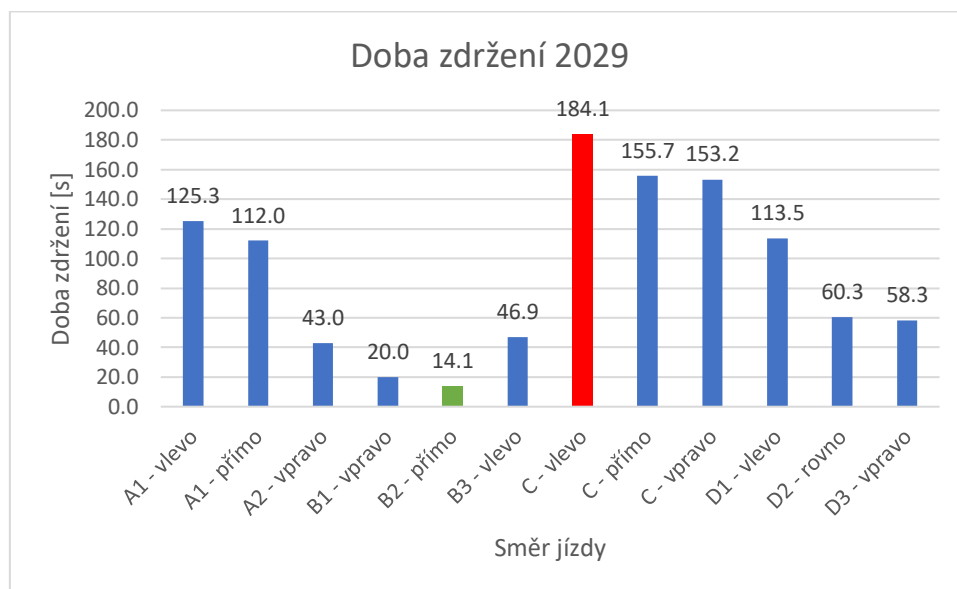
Podle vypočtených hodnot intenzit dopravy pro rok 2029, jsem v programu PTV VISSIM určil dobu zdržení, cestovní čas a délku fronty pro výhledový rok.

#### 10.3.1 Doba zdržení

V tabulce jsem zpracoval hodnoty doby zdržení pro rok 2029 a rozdělil na jednotlivé směry v křižovatce.

Tabulka 10.3.1.1 – Doba zdržení pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu)

Směr jízdy	Doba zdržení [s]
A1 - vlevo	125,3
A1 - přímo	112,0
A2 - vpravo	43,0
B1 - vpravo	20,0
B2 - přímo	14,1
B3 - vlevo	46,9
C - vlevo	184,1
C - přímo	155,7
C - vpravo	153,2
D1 - vlevo	113,5
D2 - rovno	60,3
D3 - vpravo	58,3



Graf 10.3.1.1 – Doba zdržení pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu)

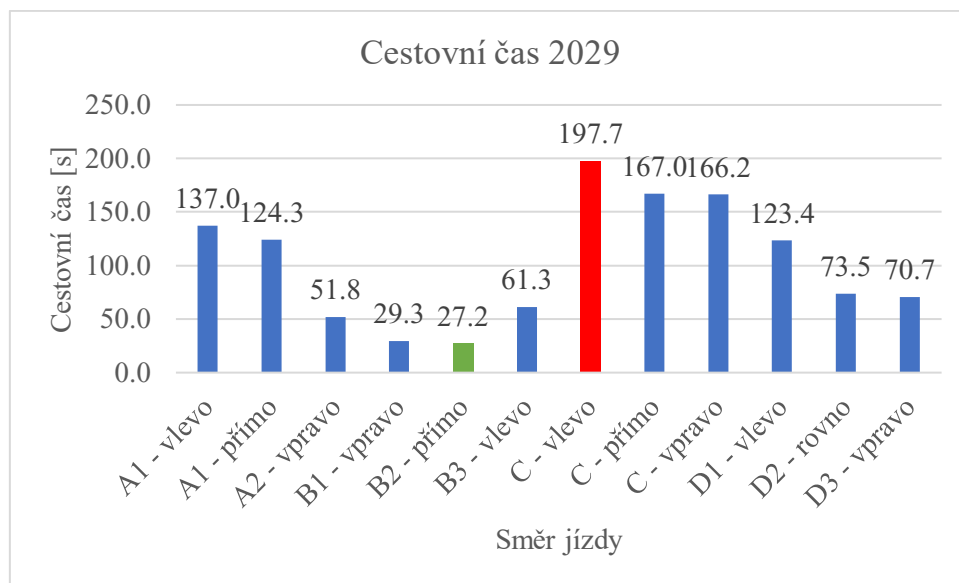
Z grafu lze vyčíst, že největší hodnota zdržení je ve směru levého odbočení na ramenu C. Naopak nejnižší hodnotu doby zdržení má směr jízdy přímo na rameni B. Lze pozorovat

nárůst doby zdržením, kdy v maximální hodnotě je nárůst o 37 sekund a minimální hodnotě 1 sekunda oproti roku 2019.

### 10.3.2 Cestovní čas

Tabulka 10.3.2.1 – Cestovní čas pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu)

Směr jízdy	Cestovní čas [s]
A1 - vlevo	137,0
A1 - přímo	124,3
A2 - vpravo	51,8
B1 - vpravo	29,3
B2 - přímo	27,2
B3 - vlevo	61,3
C - vlevo	197,7
C - přímo	167,0
C - vpravo	166,2
D1 - vlevo	123,4
D2 - rovno	73,5
D3 - vpravo	70,7



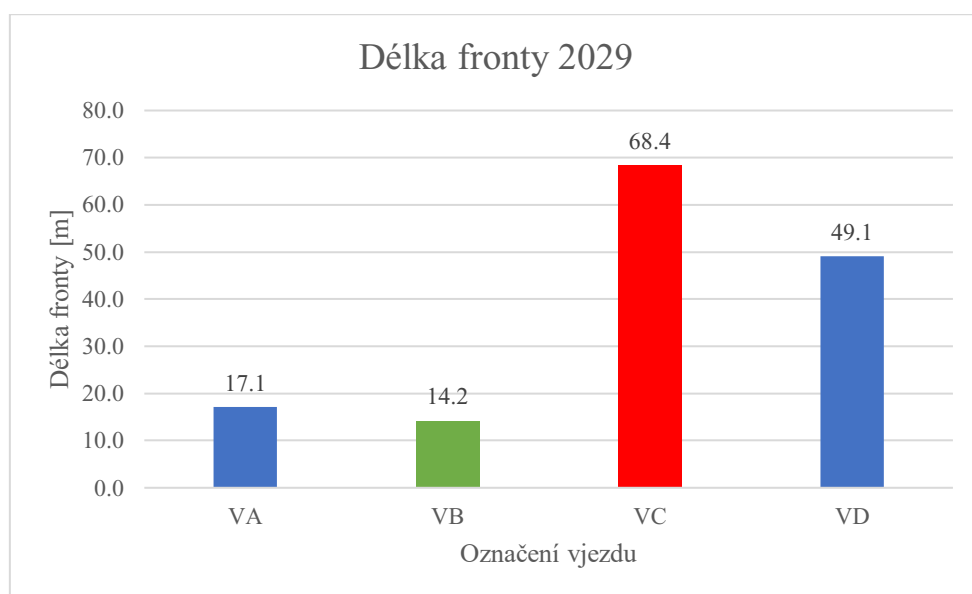
Graf 10.3.2.1 – Cestovní čas pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu)

Z grafu můžeme vyčíst, že největší cestovní čas je na rameni C při levém odbočení. Naopak nejmenší cestovní čas je na rameni B v přímém směru. Výhledové intenzity mají maximální hodnotu cestovního času o 36,9 sekundy vyšší oproti původnímu stavu v roce 2019. Minimální hodnota cestovního času proti výchozímu se zvětšila o 1,1 sekundy.

### 10.3.3 Délka fronty

Tabulka 10.3.3.1 – Délka fronty pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu)

Označení vjezdu	Délka fronty [m]
VA	17,1
VB	14,2
VC	68,4
VD	49,1



Graf 10.3.3.1 – Délka fronty pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu)

Ze získaných hodnot lze určit délky front na jednotlivých ramenech pro výhledový rok 2029. Největší fronta se tvoří na vjezdu C a naopak nejmenší vznik front na rameni B. Model zatížený výhledovou intenzitou vypočetl délku fronty v maximální hodnotě o 18,3 metrů větší. Minimální hodnota délky fronty na vjezdu B se zvětšila o 2,8 metru.

### 10.4 Varianta A

Po spuštění hodinové simulace s nově vytvořeným signálním plánem jsem vyhodnocoval následující data: doba zdržení, cestovní čas a délka fronty. Za hlavní údaj považuju střední dobu zdržení, která je jedním z hlavních faktorů ovlivňující výslednou ÚKD.

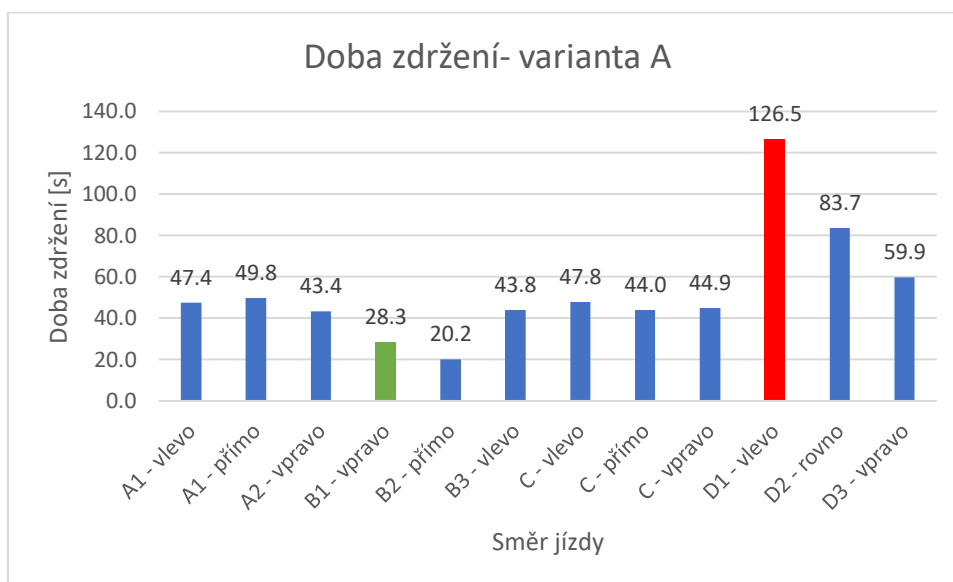
V následujících tabulkách porovnávám cestovní čas, dobu zdržení a délku fronty při výhledové intenzitě na rok 2029 s nově navrženým signálním plánem.



### 10.4.1 Doba zdržení

Tabulka 10.4.1.1 – Doba zdržení pro variantu A (hodnoty získané z modelu)

Směr jízdy	Doba zdržení [s]
A1 - vlevo	47,4
A1 - přímo	49,8
A2 - vpravo	43,4
B1 - vpravo	28,3
B2 - přímo	20,2
B3 - vlevo	43,8
C - vlevo	47,8
C - přímo	44,0
C - vpravo	44,9
D1 - vlevo	126,5
D2 - rovno	83,7
D3 - vpravo	59,9



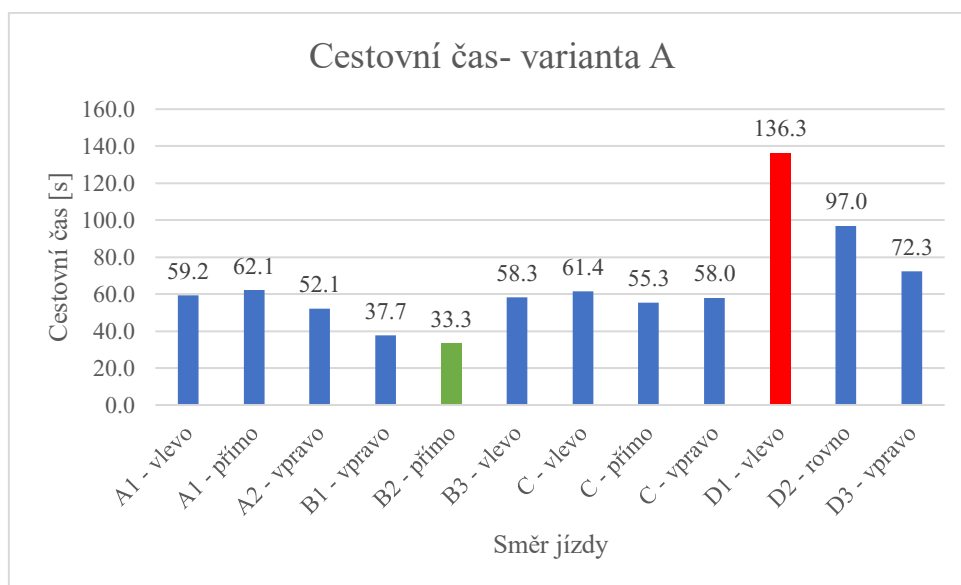
Graf 10.4.1.1 – Doba zdržení pro variantu A (hodnoty získané z modelu)

Ze získaných dat po skončení simulace jsem získal maximální a minimální dobu zdržení s nově navrženým signálním plánem. Největší hodnota zdržení je ve směru levého odbočení z ramene D. Nejmenší hodnotu zdržení jsem zaznamenal na rameni B při pravém odbočení.

## 10.4.2 Cestovní čas

Tabulka 10.4.2.1 – Cestovní čas pro variantu A (hodnoty získané z modelu)

Směr jízdy	Cestovní čas [s]
A1 - vlevo	59,2
A1 - přímo	62,1
A2 - vpravo	52,1
B1 - vpravo	37,7
B2 - přímo	33,3
B3 - vlevo	58,3
C - vlevo	61,4
C - přímo	55,3
C - vpravo	58,0
D1 - vlevo	136,3
D2 - rovno	97,0
D3 - vpravo	72,3



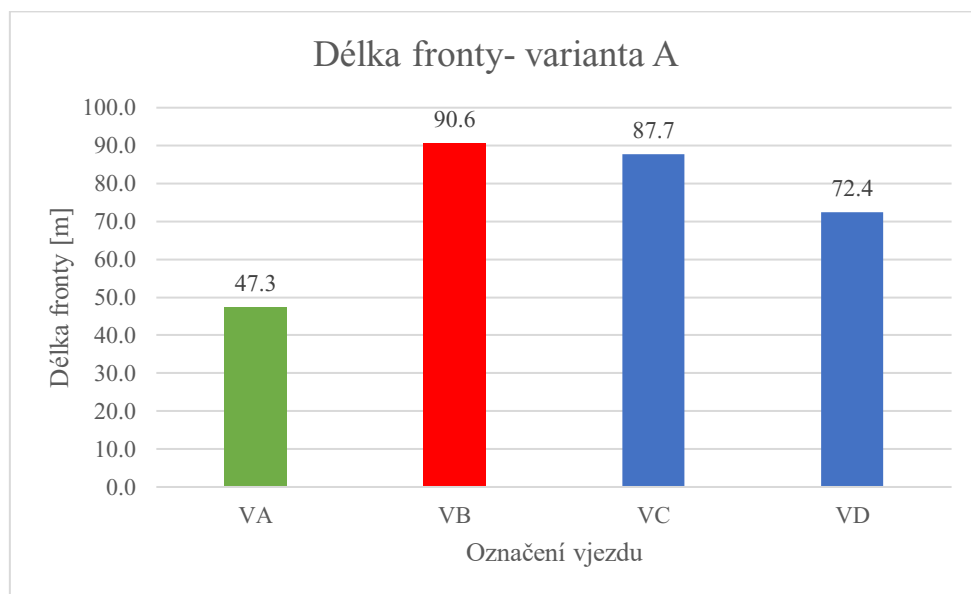
Graf 10.4.2.1 – Cestovní čas pro variantu A (hodnoty získané z modelu)

Dle grafu jsem určil hodnoty maximálního a minimálního cestovního času na navržené variantě A. Největší cestovní čas jsem zaznamenal na rameni D při levém odbočení. Minimální hodnotu naopak na rameni B při přímém směru jízdy.

### 10.4.3 Délka fronty

Tabulka 10.4.3.1 – Délka fronty podle vjezdů pro variantu A (hodnoty získané z modelu)

Označení vjezdu	Délka fronty [m]
VA	47,3
VB	90,6
VC	87,7
VD	72,4



Graf 10.4.3.1 – Délka fronty podle vjezdů pro variantu A (hodnoty získané z modelu)

Z dat získaných po dokončení simulace jsem vytvořil tabulku a graf s hodnotami délky fronty na vjezdech. Největší fronty se tvořily na vjezdu B a nejmenší fronty na vjezdu A.

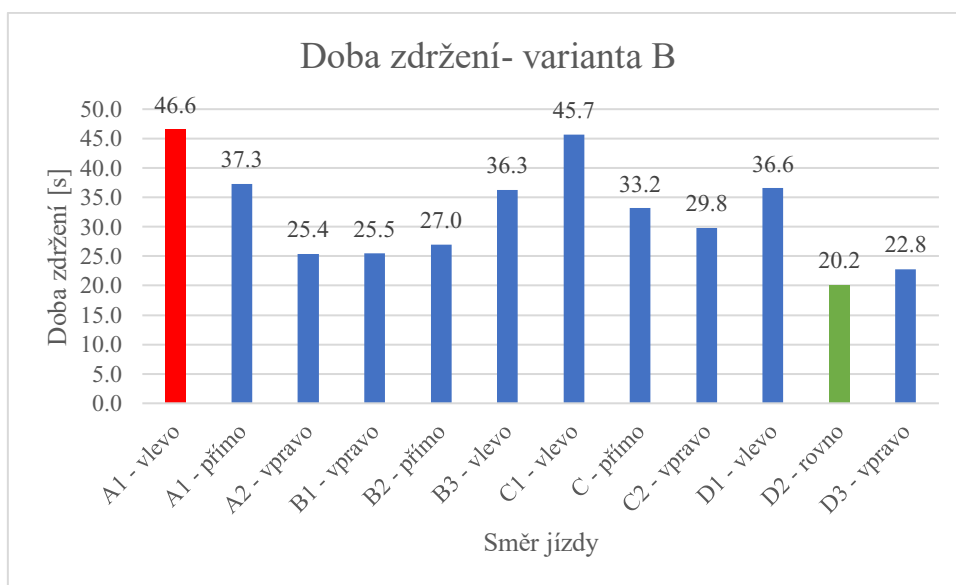
### 10.5 Varianta B

K navýšení kapacit pro výhledový rok 2029 jsem vytvořil model v kterém jsou zahrnuty stavební úpravy řešené křižovatky. Pro zlepšení kapacity na rameni C jsem navrhl přidání jízdního pruhu a na rameni A upravil směry řádících pruhů. Pruh A1 nyní slouží k levému odbočení a pruh A2 pro směr přímo s pravým odbočením. Ve variantě B musel být kvůli stavebním úpravám pozměněn signální plán a délka cyklu.

### 10.5.1 Doba zdržení

Tabulka 10.5.1.1 – Doba zdržení pro variantu B (hodnoty získané z modelu)

Směr jízdy	Doba zdržení [s]
A1 - vlevo	46,6
A1 - přímo	37,3
A2 - vpravo	25,4
B1 - vpravo	25,5
B2 - přímo	27,0
B3 - vlevo	36,3
C1 - vlevo	45,7
C - přímo	33,2
C2 - vpravo	29,8
D1 - vlevo	36,6
D2 - rovno	20,2
D3 - vpravo	22,8



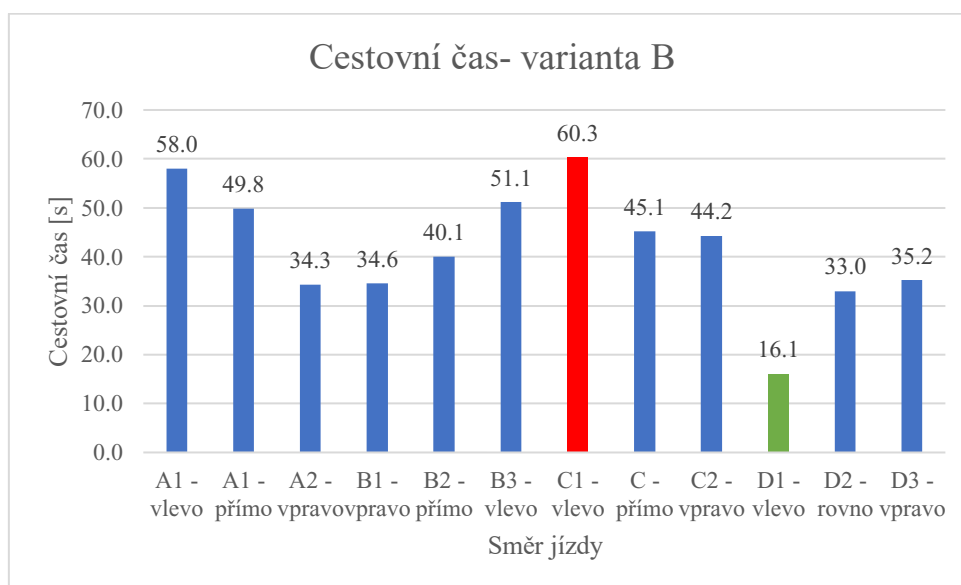
Graf 10.5.1.1 – Doba zdržení pro variantu B (hodnoty získané z modelu)

Po skončení simulace jsem vyhodnotil data pro dobu zdržení a určil maximální a minimální hodnoty. Největší dobu zdržení zaznamenalo rameno A při levém odbočení směrem do Centra. Nejmenší doba zdržení je na rameni D při přímém směru jízdy do Centra.

## 10.5.2 Cestovní čas

Tabulka 10.5.2.1 – Cestovní čas pro variantu B (hodnoty získané z modelu)

Směr jízdy	Cestovní čas [s]
A1 - vlevo	58,0
A1 - přímo	49,8
A2 - vpravo	34,3
B1 - vpravo	34,6
B2 - přímo	40,1
B3 - vlevo	51,1
C1 - vlevo	60,3
C - přímo	45,1
C2 - vpravo	44,2
D1 - vlevo	16,1
D2 - rovno	33,0
D3 - vpravo	35,2



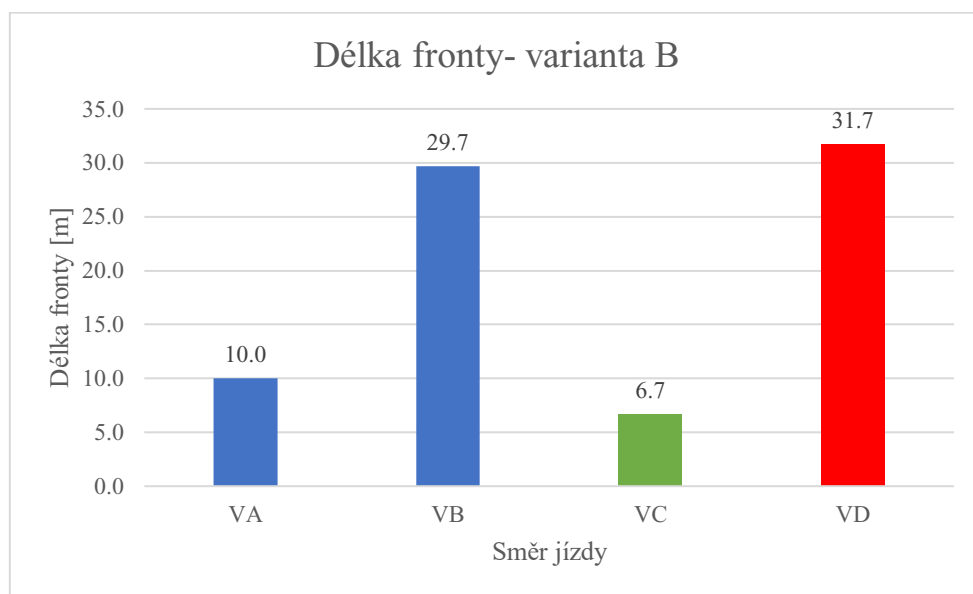
Graf 10.5.2.1 – Cestovní čas pro variantu B (hodnoty získané z modelu)

Největší hodnotu ze získaných dat pro cestovní čas jsem zaznamenal na rameni C při přímém směru jízdy. Nejmenší hodnotu cestovního času prokazoval dopravní pruh na rameni D při levém odbočení.

### 10.5.3 Délka fronty

Tabulka 10.5.3.1 – Délka fronty podle vjezdů pro variantu A (hodnoty získané z modelu)

Označení vjezdu	Délka fronty [m]
VA	10,0
VB	29,7
VC	6,7
VD	31,7



Graf 10.5.3.1 – Délka fronty podle vjezdů pro variantu A (hodnoty získané z modelu)

Z grafu délky fronty na jednotlivých vjezdech jsem vyčetl největší délku fronty na vjezdu D. Nejmenší fronta se tvořila na vjezdu C.

## 11. Zhodnocení variant

K porovnání a zhodnocení variant používám multikriteriální hodnocení, kdy k určitým kritériím dávám body 1-10. Hodnocení dle bodů znamená, že 1 bod přiřazuji ke kritériu nevyhovujícímu a 10 bodů ke kritériu, které je podle mě maximálně vhodné. Posuzované kritéria jsem uvedl do tabulky 11.1.

Z multikriteriálního hodnocení jsem určil nejvhodnější variantu. Jako nejvhodnější varianta je varianta A, která získala o 3 body víc oproti druhé porovnávané variantě. V potaz také беру výsledky hodnocení, kdy jednotlivé body byly přiřazovány jedním člověkem a hodnocení je velmi subjektivní.

Tabulka 11.1 – Hodnocení variant

Kritéria	Varianta	
	A	B
Bezpečnost	7	9
Cena výstavby	9	6
Náklady na údržbu	8	8
Estetičnost	6	8
Zklidnění dopravy	7	9
Celkem	37	40

Z multikriteriálního hodnocení jsem stanovil a vybral nejvhodnější variantu řešení. Jako nejvhodnější variantu řešení jsem určil variantu B- se stavebními úpravami, která získala o 3 body víc než varianta A- úprava signální plánu. Ve vědomí беру fakt, že body k navrhovaným variantám byly určovány jedním člověkem a hodnocení je velmi subjektivního názoru.

## 12. Závěr

Cílem diplomové práce bylo zhodnocení aktuální situace na řešené křižovatce Výškovická – Nákupní v Ostravě, analyzovat bezpečnost provozu a vhodnost aktuálního uspořádání. Na jaře 2018 byl na řešeném místě proveden dopravně inženýrský průzkum firmou OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s. a dále vlastní průzkum o rok později. Podle videozáznamu z vlastního průzkumu jsem zhodnotil situaci a zaznamenal konfliktní situace, které se na řešeném místě vyskytují. Získané data od firmy OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE, a.s. a vlastní zaznamenaná data sloužila jako podklad pro zpracování výsledků v diplomové práci.

Při současném stavebním uspořádání jsem zjistil, že aktuální stav je kapacitně nevyhovující pro aktuální rok 2018 a ani pro výhledovou intenzitu dopravy v roce 2029. Problém aktuální křižovatky je kapacitně přetížený vjezd C z vedlejší komunikace, který má za následek dopravní kongesci. Vytvořené modely v programu PTV VISSIM potvrdily výpočty provedené dle TP 188. Jako dalším z problému, co pozoruji při aktuálním uspořádání je signální plán, který se skládá ze tří fází. Problémová je fáze, kdy mají volno protijedoucí konfliktní směry.

Cílem práce byl návrh řešení, které by vyřešilo aktuální problémy při současném uspořádání. V práci se zabývám dvěma úpravami aktuálního stavu, kdy jako variantu A jsem zvolil ekonomické řešení. Ve variantě jsem se zabýval změnou signálního plánu a tím snížit počet kolizních bodů v protisměrných vjezdech na vedlejší pozemní komunikaci. Při posouzení

po změně signálního plánu vyšla úroveň kvality na stupni D a křižovatka tak vyhovuje. Myslím si, že varianta A je pro ekonomické řešení v daném místě vhodná.

Jako druhou variantu řešení, variantu B jsem navrhl stavební úpravy a změnu signálního plánu. Hlavní stavební úpravy spočívaly v přidání jízdního pruhu na rameni C. Levý řadící pruh slouží pro odbočení vlevo směrem na Výškovice a pravý jízdní pruh pro jízdu přímo a do Centra. Autobusová zastávka „Obchodní centrum“ byla přesunuta na rameno D na ulici Výškovická. Další drobné změny jsem prováděl na rameni A při změně vodorovného značení, konkrétně se jednalo o směrové šipky, kdy levý jízdní pruh slouží pro levé odbočení do Centra a pravý jízdní pruh pro směr přímo společně s pravým odbočením na Výškovice. Varianta B byla posouzena na výhledový rok 2029, celková úroveň kvality na křižovatce je D.

Obě varianty řešení pro výhledový rok 2029 jsem kapacitně posoudil a pomocí programu PTV VISSIM vytvořil modely, které jsem zatížil intenzitami na výhledový rok. Následně vytvořil vizualizaci všech stavů a posoudil dle multikriteriálního hodnocení, podle kterého jsem se ujistil, že nejvhodnější variantou je varianta B, zřízení odbočovacího pruhu na rameni C.



## Použitá literatura

- [1] *Wikipedie.cz* [online]. [cit.2019-11-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ostrava>
- [2] *Mapy.cz* [online]. [cit.2019-11-11]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [3] *Uzemniplan.ostrava.cz* [online]. [cit.2019-11-11]. Dostupné z: <https://uzemniplan.ostrava.cz/>
- [4] OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE a.s. Sčítání dopravy na křižovatce Výškovická – Nákupní + signální plán, Ostrava 2018
- [5] BARTOŠ Luděk, Bartoš RICHTR, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Prognóza intenzit automobilové dopravy*: TP 225. 2. vyd. Plzeň EDIP, 2012. ISBN 978-80-87394-07-6.
- [6] *Idos.cz* [online]. [cit.2019-11-11]. Dostupné z: <https://idos.cz/>
- [7] Jednotná dopravní vektorová mapa. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. [cit.2019-11-11]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz/>
- [8] Změny v hlášení dopravní nehody [online]. [cit.2019-11-11]. Dostupné z: <https://www.povinne-ruceni.com/clanky/zmeny-v-hlaseni-dopravni-nehody-od-ledna-2009/>
- [9] KŘIVDA, Vladislav. *Konfliktní situace v silniční dopravě*. Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava, 1. vydání, 2014. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/ord/index2.htm>
- [10] FOLPRECHT, Jan a Vladislav KŘIVDA. *Organizace a řízení dopravy I*. Vyd. Ostrava: VŠB – technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1030-1.
- [11] BARTOŠ Luděk, 2012. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*: TP 189. 2. vyd. Plzeň EDIP, 2012. ISBN 978-80-87394-07-6.
- [12] BARTOŠ Luděk, Bartoš RICHTR, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací*: TP 188. Plzeň EDIP, 2012. ISBN 978-80-87394-07-6.
- [13] ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. Praha: Ministerstvo dopravy, obor pro Navrhování a prostředí staveb, 1994
- [14] ČSN 73 6425. *Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště*. 1995.

## Seznam obrázků

Obrázek 2.1.3 - Mapa širších vztahů [2] .....	4
Obrázek 2.1.4 - Mapa širších vztahů [2] .....	5
Obrázek 2.1.3 - poloha křižovatky v městské části Zábřeh [2] .....	5
Obrázek 2.2.1 - Řešená křižovatka Výškovická - Nákupní [2] .....	6
Obrázek 2.3.1- Řešená křižovatka v územním plánu města Ostrava [3] .....	7
Obrázek 3.2.1- Označení ramen křižovatky .....	8
Obrázek-3.2.2 Pentlogram celkové intenzity v čase od 13:00 do 17:00 [voz/4h] .....	13
Obrázek <b>Error! Use the Home tab to apply 0 to the text that you want to appear here..</b> 1- Původní signální plán [4] .....	14
Obrázek 4.1.1- Poloha dopravních nehod na křižovatce [7] .....	18
Obrázek 5.3.1 – inovovaný klasifikační symbol [10] .....	22
Obrázek 7.1.1- Pentlogram aktuálních intenzit ve špičkové hodině [pvoz/h] .....	34
Obrázek 7.2.1- Uspořádání jízdních pruhů na vjezdě A .....	35
Obrázek 7.2.2- Uspořádání jízdních pruhů na vjezdu B .....	36
Obrázek 7.2.3- Uspořádání jízdních pruhů na vjezdu C .....	37
Obrázek 7.2.4- Uspořádání jízdních pruhů na vjezdu D .....	38
Obrázek 9.1.1- Signální plán pro variantu A .....	55
Obrázek 9.2.1- Signální plán pro variantu B .....	57
Obrázek 10.2.1- 3D pohled na řešenou křižovatku pro rok 2019 .....	59

## Seznam tabulek

Tabulka 3.2.1 – Intenzita dopravy z ramene A .....	9
Tabulka 3.2.2 – Intenzita dopravy z ramene B .....	10
Tabulka 3.2.3 – Intenzita dopravy z ramene C .....	11
Tabulka 3.2.4 – Intenzita dopravy z ramene D .....	12
Tabulka 3.4.1 – Odhad špičkové hodiny .....	15
Tabulka 3.4.2 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramene A [voz/h] .....	15
Tabulka 3.4.3 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramene B [voz/h] .....	16
Tabulka 3.4.4 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramene C [voz/h] .....	16
Tabulka 3.4.5 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramene D [voz/h] .....	16
Tabulka 3.5.1 – Intenzita tramvajové dopravy ve špičkové hodině [voz/h] .....	17
Tabulka 3.6.1 – Intenzita autobusové dopravy ve špičkové hodině [voz/h] .....	17

Tabulka 5.3.1 – Klasifikace podle účastníků konfliktu (1. znak) [10] .....	23
Tabulka 5.3.2 – Klasifikace podle způsobu konfliktu (2. znak) [10] .....	23
Tabulka 5.3.3 – Klasifikace podle závažnosti konfliktu (3. znak) [10] .....	23
Tabulka 5.3.4 – Možné konfliktní situace .....	24
Tabulka 6.1.1 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu rameno A .....	26
Tabulka 6.1.2 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu rameno B .....	27
Tabulka 6.1.3 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu rameno C .....	27
Tabulka 6.1.4 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení denní intenzity dopravy v den průzkumu rameno D .....	27
Tabulka 6.1.5 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení týdenního průměru intenzity dopravy rameno A .....	28
Tabulka 6.1.6 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení týdenního průměru intenzity dopravy rameno B .....	29
Tabulka 6.1.7 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení týdenního průměru intenzity dopravy rameno C .....	29
Tabulka 6.1.8 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení týdenního průměru intenzity dopravy rameno D .....	29
Tabulka 6.1.9 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení RPDÍ na rameni A .....	30
Tabulka 6.1.10 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení RPDÍ na rameni B .....	30
Tabulka 6.1.11 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení RPDÍ na rameni C .....	31
Tabulka 6.1.12 – Koeficienty a výsledné hodnoty pro stanovení RPDÍ na rameni D .....	31
Tabulka 7.1.1 – Homogenizace dopravního proudu [10] .....	31
Tabulka 7.1.2 – Přepočtená vozidla Rameno A ve špičkové hodině [pvoz/h] .....	32
Tabulka 7.1.3 – Přepočtená vozidla Rameno B ve špičkové hodině [pvoz/h] .....	32
Tabulka 7.1.4 – Přepočtená vozidla Rameno C ve špičkové hodině [pvoz/h] .....	33
Tabulka 7.1.5 – Přepočtená vozidla Rameno D ve špičkové hodině [pvoz/h] .....	33
Tabulka 7.3.1 – Doba efektivní zelené .....	39
Tabulka 7.5.1 – Vzorce pro výpočet délky zbytkové fronty na konci zelené [12] .....	52
Tabulka 7.6.1 – úroveň kvality dopravy podle střední doby zdržení .....	52
Tabulka 7.7.1 – Přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro aktuální rok .....	53

Tabulka 8.1.1 – Přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro výhledový rok 2029.....	54
Tabulka 9.1.1 – Přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro variantu A .....	56
Tabulka 9.2.1 – Přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro variantu B.....	57
Tabulka 10.2.1.1 – Doba zdržení pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu) .....	59
Tabulka 10.2.2.1 – Cestovní čas pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu) .....	61
Tabulka 10.2.3.1 – Délka fronty pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu) .....	62
Tabulka 10.3.1.1 – Doba zdržení pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu) .....	63
Tabulka 10.3.2.1 – Cestovní čas pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu) .....	64
Tabulka 10.3.3.1 – Délka fronty pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu) .....	65
Tabulka 10.4.1.1 – Doba zdržení pro variantu A (hodnoty získané z modelu).....	66
Tabulka 10.4.2.1 – Cestovní čas pro variantu A (hodnoty získané z modelu).....	67
Tabulka 10.4.3.1 – Délka fronty podle vjezdů pro variantu A (hodnoty získané z modelu) .....	68
Tabulka 10.5.1.1 – Doba zdržení pro variantu B (hodnoty získané z modelu).....	69
Tabulka 10.5.2.1 – Cestovní čas pro variantu B (hodnoty získané z modelu).....	70
Tabulka 10.5.3.1 – Délka fronty podle vjezdů pro variantu A (hodnoty získané z modelu) .....	71
Tabulka 11.1 – Hodnocení variant .....	72

## Seznam grafů

Graf 4.1.1 – Počet nehod v letech 2007 – 2019 .....	19
Graf 4.1.2 – Vážnost zranění.....	19
Graf 4.1.3 – Druh srážky .....	20
Graf 10.2.1.1 – Doba zdržení pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu) .....	60
Graf 10.2.2.1 – Cestovní čas pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu) .....	61
Graf 10.2.3.1 – Délka fronty pro aktuální rok 2019 (hodnoty získané z modelu) .....	62
Graf 10.3.1.1 – Doba zdržení pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu) .....	63
Graf 10.3.2.1 – Cestovní čas pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu) .....	64
Graf 10.3.3.1 – Délka fronty pro výhledový rok 2029 (hodnoty získané z modelu) .....	65
Graf 10.4.1.1 – Doba zdržení pro variantu A (hodnoty získané z modelu) .....	66
Graf 10.4.2.1 – Cestovní čas pro variantu A (hodnoty získané z modelu) .....	67
Graf 10.4.3.1 – Délka fronty podle vjezdů pro variantu A (hodnoty získané z modelu).....	68
Graf 10.5.1.1 – Doba zdržení pro variantu B (hodnoty získané z modelu).....	69

Graf 10.5.2.1 – Cestovní čas pro variantu B (hodnoty získané z modelu).....	70
Graf 10.5.3.1 – Délka fronty podle vjezdů pro variantu A (hodnoty získané z modelu).....	71

### **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – přepočítání výchozích intenzit na rok 2019

Příloha č. 2 – Výpočet prognózy intenzity dopravy pro rok 2029.

Příloha č. 3- Výpočet kapacity světelně řízené křižovatky pro rok 2029

Příloha č. 4- Výpočet kapacity světelně řízené křižovatky- varianta A

Příloha č. 5- Výpočet kapacity světelně řízené křižovatky- varianta B

### **Seznam výkresů**

Výkres č. 1 – Stávající stav

Výkres č. 2 – Varianta B

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Vladislavu Křivdovi, PhD. za vstřícný přístup, ochotu a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval spolužákům za rady a připomínky k práci.